©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zur postglazialen Waldentwicklung in den südlichen Hohen Tauern, mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Einflusses

Pollenanalytische Untersuchungen

Von FRIEDRICH KRAL

Mit 14 Abbildungen und 3 Tabellen

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 17. Jänner 1986 durch das w. M. HERBERT FRANZ)

Abstract

After a previous palynological work on the northern regions of the Hohe Tauern mountain ranges, especially the Gastein area, within the Austrian MaB-6 Alpine Project a large number of moor and raw-humus profiles from Upper Carinthia and Eastern Tyrol was investigated by pollenanalytical methods. In this work the postglacial forest succession type for the so called: „Eastern Alpine interior coniferous forest zone" is also generally confirmed for the southern parts of Hohe Tauern region. But moreover for individual parts of the mountains special trends in forest development may be observed.

Again the influence of man is differing very distinctly between individual sampling sites. On the Jagdhausalm in the headwaters of Defereggen valley a pasture clearings can be attached by radiocarbon dating to Bronze-age and also Celtic and Roman times. Until the Middle Ages local clearings can be already proved for nearly all sampling sites. In the Oberhauser Zirbenwald (Defereggen valley) the virgin forest of spruce and stone pine remained untouched by man at least till the High Middle Ages. At the beginning of modern times this virgin forest was only modestly influenced by local pasture clearing and forest pasture, but until the end of 18th century there were only small areas of forest left over, due to latter extensive felling. On preserved sites with raw-humus stone pine regenerates naturally, and the present day forest stands correspond at least in the higher parts with potential forest vegetation.

A classification of potential altitudinal forest zones is outlined for three different regions of the Hohe Tauern mountain ranges as a basis for future afforestation planning in old clearcut sites. In lower subalpine altitudes spruce constitutes the main tree species, where locally larch (stone pine) is added while in montane altitudes partly fir (beech) become associated. Natural forest limit in the south of Hohe Tauern divide is 200–300 m higher and the uppermost forest zone rich in stone pine is developed continuously and over a broader altitudinal range.

1. Einleitung

Die pollenanalytischen Untersuchungen zur Waldgeschichte sollen im Rahmen des zwischenstaatlichen Forschungsprogrammes „Mensch und Biosphäre" durch ihren historischen Aspekt der „Entwicklung" verschiedene andere Projekte ergänzen, in denen ausschließlich die heutigen Gegebenheiten und Zusammenhänge im Vordergrund stehen. Sie betrafen bisher schon, als Vorprojekt, die nördlichen Hohen Tauern (KRAL, 1981) und besonders den Gasteiner Raum (KRAL, 1985 a). Auch die Untersuchungen aus dem südlichen Teil der Hohen Tauern (subalpine

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

und montane Stufe) beziehen sich zum Großteil wieder auf kleine Moore, die aber gerade für die Abklärung der lokalen Entwicklung geeignet sind. Sie bieten die Möglichkeit für eine Gegenüberstellung der Waldentwicklung südlich und nördlich des Alpenhauptkammes, unter Berücksichtigung auch höhenstufenbedingter Unterschiede. Außer einem Überblick der nacheiszeitlichen Waldgeschichte interessieren dabei vor allem die natürliche Bewaldung (Baumartenmischung, Höhe der Waldgrenze) zu Beginn der stärkeren Einflußnahme durch den Menschen und die seither stattgefundenen anthropogenen Veränderungen.

Im Rahmen der einzelnen Pollenprofile steht somit wieder die jüngere lokale Waldgeschichte im Vordergrund, in ihre Interpretation werden auch archäologische und historische Gegebenheiten miteinbezogen. Das „Pollenarchiv" liefert freilich in der Regel viel mehr an Information als schriftliche Überlieferungen, die oft überhaupt fehlen oder nur lückenhaft vorhanden sind. Der zum Teil schon sehr lange wirksame Einfluß des Menschen führte in vielen Fällen zu starken Veränderungen, nicht selten auch zum Verlust des Waldes in einem ± großen Bereich. Da neben den anthropogenen Einflüssen auch Klimaänderungen eine Rolle spielen, ist die Abwägung der beiden Komponenten insbesondere dort von Bedeutung, wo sich die auch für den Naturschutz wichtige Frage nach dem natürlichen Aufbau eines heutigen Waldbestandes stellt. Einen Schwerpunkt bilden in diesem Zusammenhang die Untersuchungen im Oberhauser Zirbenwald, aus dem auch Rohhumusprofile bearbeitet wurden. Durch den Hinweis auf die gegenwärtige potentielle Waldgrenze und die lokale natürliche Waldhöhenstufengliederung stellen die Ergebnisse wichtige Grundlagen für die Hochlagenaufforstung dar und dienen damit durchaus auch praktischen Zielsetzungen.

2. Der heutige Wald im Untersuchungsgebiet

Die südlichen, zur Drau entwässerten Täler der Hohen Tauern gehören nach der Gliederung des Ostalpenraumes (MAYER, 1974) zwei verschiedenen Waldgebieten an. Im Westen (bis einschließlich oberes Mölltal) handelt es sich um den Randlichen Wuchsbezirk 1.2 des Inneralpinen Fichtenwaldgebietes, im Osten (unteres Mölltal, Malta- und Katschtal) um den Östlichen Wuchsbezirk 2.1 des Inneralpinen Tannen-Fichtenwaldgebietes. Im Westen stehen in der montanen und tiefsubalpinen Stufe Fichtenwälder im Vordergrund, fichtenreiche Abieteten finden sich nur reliktisch, im Waldkronenbereich Lärchen-Zirbenwälder. Im Osten (Randgebiet des Lärchen-Zirbenwaldes) dominieren lärchenreiche Fichtenwälder, mit ihnen im Kontakt stehende fichtenreiche Abieteten sind rückgängig. Kiefernwälder finden sich im gesamten Bereich nur lokal und teilweise reliktisch.

In Oberkärnten kommt die Tanne im Bereich des Mölltales bis Winklern bzw. bis zum Iselsberg vor; besonders auf nordwärts geneigten Hängen und bis auf 1300 m, vereinzelt oder in Mischung mit Fichte und

Lärche bestandsbildend (0,3 bis 0,7). Reliktische Vorkommen finden sich im Mölltal noch bis gegen Döllach und in mehreren Seitentälern, dann auch in Seitengräben des Liesertales bis in das hintere Pöllatal, im unteren Maltatal und im Gößbachgraben. Die Buche findet sich im Mölltal und in einigen Seitengräben bis in die Umgebung von Stall, im Bereich von Obervellach auch zusammen mit Tanne auf schattseitigen Hängen bis auf 1300 m; im Maltatal in der Umgebung von Pflüglhof und im Gößbachgraben. Die Eiche stockt vor allem noch im Mölltal, vereinzelt bis auf 1000 m Seehöhe. In Osttirol findet sich die Tanne nur auf der orographisch rechten Seite des Iseltales von Lienz bis Huben, an der Schattseite des Defereggentales bis zum Grünalpental ist sie mit 5 bis 15 % beigemischt (bis auf 1500 m); darüber hinaus noch reliktische Einzelvorkommen (z. B. in der Agr. Gem. Hopfgarten).

3. Besiedlungs- und forstgeschichtliche Hinweise

Bis in das dritte Jahrtausend vor Christi Geburt waren Osttirol und Oberkärnten vom Menschen noch so gut wie unentdeckt, ein gelegentlicher Begang – auch der hohen Regionen – ist freilich nicht ganz auszuschließen. Das im Klagenfurter Becken schon bestehende Siedlungsgebiet wurde erst gegen Ende des Neolithikums das Drautal aufwärts bis in den Raum von Spittal a. d. Drau erweitert (PITTIONI, 1960). Funde von Lochbeilen vom Korntauern bei Mallnitz und von Kals-Großdorf in Osttirol zeigen an, daß damals die Hohen Tauern zwischen Mölltal und Gasteiner Tal und möglicherweise auch schon zwischen dem Iseltal und dem Pinzgau überschritten wurden. Erst während der Bronzezeit setzen Funde in größerer Zahl in Oberkärnten, Ost- und Südtirol ziemlich gleichzeitig ein; für die späte Hallstattzeit läßt das Gräberfeld von Welzelach im Osttiroler Virgental sogar schon auf eine Bergwerkssiedlung schließen (KARWIESE, 1975).

Vom späten Neolithikum an kann auch mit Hochweidenutzung gerechnet werden (PITTIONI, 1980; KRAL, 1985 b). Während der Bronzezeit war Almwirtschaft schon relativ häufig; sie diente der Versorgung nahegelegener Talsiedlungen und lieferte – vielleicht sogar in erster Linie – die Ernährungsgrundlage für hochgelegene Erzbergbaue, vor allem auf Kupfer. Der Osttiroler Bergbau wurde von den Kelten (Gräberfunde von Obermauern und Virgen) und später von den Römern übernommen (Provinz Noricum). Die Siedlungen befanden sich zu dieser Zeit und auch noch später nicht in den feuchten Talböden, sondern fast ausschließlich auf Terrassen und Schuttkegeln. Die römische Periode eines bemerkenswerten Wohlstandes (Stadtgründung von Aguntum) fand während der Völkerwanderungszeit ihr Ende.

Um das Jahr 600 zogen Slawen in die Kärntner Beckenlandschaft und in die großen Haupttäler (z. B. Drautal) ein. Obwohl schon seit Mitte des 8. Jahrhunderts unter bairischer bzw. fränkischer Herrschaft, kam es erst im 11./12. Jahrhundert zur stärkeren Zuwanderung deutscher Siedler. Die Rodungen dieser Periode (bis Ende des 13. Jahrhunderts) reichten nicht

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

bis zur Waldgrenze hinauf. Für die oberhalb liegenden Almen waren zwar ebenfalls Rodungen notwendig, die aber nicht den Umfang wie in späterer Zeit erreichten; Waldweide bestand freilich schon. Während des Hochmittelalters wurden auch Hanglagen über 1000 m erschlossen und auf sonnseitigen Bergflanken Einzelhöfe bis in Seitentäler hinein begründet. Dem ersten Besiedlungshöhepunkt zu Beginn des 14. Jahrhunderts folgte ein deutlicher Rückgang (Pest, Kriege).

Zu einer neuerlichen Expansion kam es erst wieder im 15. und 16. Jahrhundert im Zusammenhang mit dem Aufblühen des Bergwerkswesens, das sehr große Mengen Holz benötigte. In Osttirol handelte es sich dabei vor allem um Kupfer und Silber, in Kärnten neben Blei fast ausschließlich um das Eisen. Sämtliche den Wald betreffende Regelungen waren durch lange Zeit ausschließlich auf eine ausreichende Versorgung der Betriebe ausgerichtet (JOHANN, 1968). Wegen der zu dieser Zeit noch sehr schwierigen Holzbringung fanden die Schlägerungen in erster Linie in den Wäldern der unteren Hanglagen statt. Die gleichzeitig notwendig gewordene Intensivierung der Almwirtschaft erforderte eine Vergrößerung der Almflächen und damit auch umfangreiche Rodungen im Bereich des bis dahin noch zusammenhängenden oberen Waldgürtels. Darüber hinaus führte der steigende Bedarf an Nahrungsmitteln zur Anlage ganzjährig bewirtschafteter „Schwaighöfe" in höheren Lagen mit lokalen Rodungen zur Gewinnung von Acker- und Weideland. Die mittelalterliche Klimagunst ermöglichte den Anbau von Roggen bis auf 1200 m Seehöhe, Gerste und Hafer gediehen noch bis 1800 m (MEIRER, 1973). Zuletzt waren die Wälder schon vom Tal bis zur Waldgrenze hinauf durch große Kahlschläge und Weideflächen unterbrochen.

Im 17. Jahrhundert bestand insbesondere in der Umgebung von Berg- und Hammerwerken bereits Holzknappheit, während in siedlungsarmen Gebieten, z. B. in Oberkärnten, der Holzreichtum der Wälder noch sehr groß war (JOHANN, 1968). Die Waldbereitungen und Waldordnungen des 17. und 18. Jahrhunderts befaßten sich noch immer in erster Linie mit der Bestandsaufnahme und Bereitstellung des benötigten Holzes. Immerhin enthält z. B. die Waldordnung von Gmünd (1640) schon ein Nutzungsverbot für Schutzwälder, und in der Kärntner Interimswaldordnung von 1745 wird besonderer Wert auf die Hege des noch vorhandenen Waldes gelegt. Ein entscheidender Wandel trat jedoch erst durch die Aufhebung der Waldwidmungen ein (1783). Der Anstieg der Holzpreise führte in der Folge zur Auflassung zahlreicher kleinerer Bergwerke wegen zu geringer Rentabilität, während sich auf der anderen Seite ein reger Handel mit dem holzarmen Italien entwickelte. Von großer Bedeutung für die Erholung der Bestände waren schließlich die im Forstgesetz von 1853 enthaltenen Schutzmaßnahmen für den Wald (HAFNER, 1983). Insbesondere die Festlegung der Hiebssätze, die Verpflichtung zu Kulturmaßnahmen sowie die Regelung von Waldweide und Streunutzung führten letztlich auch wieder zu einer Vergrößerung des Waldareals.

4. Pollenanalytische Untersuchungen

Zur Waldgeschichte auf der Südseite der Hohen Tauern liegen bisher praktisch noch keine einschlägigen Untersuchungen vor; Pollenanalysen aus sehr hohen Lagen der Venedigergruppe (BORTENSCHLAGER und PATZELT, 1969; PATZELT, 1973) dienen in erster Linie dem Nachweis der postglazialen Klima- und Gletscherschwankungen. Erst aus den südlichen und östlichen Rand- und Nachbargebieten der Hohen Tauern gibt es mehrere waldgeschichtliche Arbeiten, die auch zu Vergleichszwecken herangezogen werden (Autertal/Gurktaler Alpen, FRITZ, 1964; Lengholzer Moor/oberes Drautal, FRITZ, 1965; Kohlenmoos/Millstättersee, SCHMIDT, 1965; Kohrnock/Gurktaler Alpen, FRITZ, 1967; Raum Lienz-Matrei, KRAL, 1975). Daß auf der Südseite der Hohen Tauern noch Neuland beschritten werden konnte, steht in erster Linie wohl damit im Zusammenhang, daß größere Moore und vor allem Hochmoore hier ausgesprochen selten sind (vgl. STEINER, 1982).

Durch zu starken Zersetzungsgrad der Pollen als ungeeignet erwiesen sich leider das Astner Moor bei Mörtschach, das Moor bei der Fraganter Hütte und ein Moor bei Pusarnitz im Lurnfeld. Die Ursache für den schlechten Erhaltungszustand könnte die Durchströmung mit sauerstoffreichem Hangwasser sein, im letzteren Fall ist es die schon weit fortgeschrittene Trockenlegung des Moores. Einige weitere Lokalitäten wurden wegen zu geringer Tiefe oder auf Grund lokaler Gegebenheiten, die wahrscheinlich zu einer beträchtlichen Störung der Profile führten, ausgeschieden.

Im oberen Teil wurden alle Profile gegraben, darunter gebohrt (DACHNOWSKI-Sonde, HILLER-Kammerbohrer). Die azetolysierten 268 Proben wurden auf mindestens 400 Baumpollen (BP) ausgezählt (i. D. 800 Pollen und Sporen je Probe). Die in den Diagrammen wiedergegebenen Prozentwerte sind auf die BP als Grundsumme bezogen (*Pinus* und *Alnus* zur Gänze enthalten). Von den Kulturzeigern ist außer ihrer Summe nur der Getreide-Typ (*Cerealia)* gesondert dargestellt; Einzelpollenfunde von *Castanea* (Ca) und *Juglans* (Ju) werden angezeigt, auf sonstige Kulturpflanzen wie auch auf bestimmte Kulturbegleiter (Weidezeiger!) ist im Text verwiesen. Ein auf Grund zahlreicher Oberflächenproben aus der Nadelwaldzone der nördlichen Hohen Tauern ausgearbeitetes Schema zur Rekonstruktion der „Walddichte" (KRAL, 1981 : 205) wird als Interpretationshilfe wieder herangezogen, soweit die Voraussetzungen dafür gegeben sind (insbesondere bei hochmontan-tiefsubalpinen Pollenprofilen). Die beiden durch einen Schrägstrich getrennten Ziffern geben – auf Grund pollenanalytischer Kriterien – einen Hinweis auf den Umfang der Baumbestockung im Lokalbereich und andererseits auch in der (weiteren) Umgebung (0 = baumfrei, 1 = gering, 2 = mäßig, 3 = stark bestockt).

Die zeitliche Grobgliederung der Pollendiagramme (Abschnitte nach FIRBAS, 1949) hält sich an zwei postglaziale Vergleichsprofile („Wiegenwald" für die höheren, „Egartermoor" für die tieferen Lagen). Die Feineinstufung des späten Postglazials folgt den in den Diagrammen sich abzeichnenden „anthropogenen Phasen" (KRAL, 1971, 1981, 1985 a). Darüber hinaus werden auch besiedlungs- und forstgeschichtliche Hinweise verwertet und Auswirkungen von Klimaänderungen in Betracht gezogen. Die entscheidenden pollenanalytischen Kriterien werden in diesem Zusammenhang von den Kulturzeigern und von den Nichtbaumpollen (NBP) gestellt. Im einzelnen wirkt sich nach einer zum Teil schon vorausgehenden bronzezeitlichen Almwirtschaft (VIII) der keltisch-römische Weidebetrieb (IXa) in den meisten Fällen aus. Auf eine Phase der Waldregeneration (IXb) folgt mit dem mittelalterlichen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Klimaoptimum wieder zunehmender menschlicher Einfluß (Xa; i.d.R. Beginn der kontinuierlichen Getreidekurve). Nach einer Periode des stärksten Waldrückganges (Xb; Großkahlschläge) kommt es schließlich im 19. und 20. Jahrhundert zur Erholung des Waldes (Xc; „geregelte Forstwirtschaft"). Die nur skizzierte Methode der zeitlichen Einstufung ist auch für Pollenprofile mit ungleichmäßigem Wachstum (nach anthropogener Einflußnahme die Regel) und ebenso für Rohhumus anwendbar. Bei den zum Großteil aus Seggen- und Waldtorf aufgebauten Profilen, die schon vom Material her für Radiokarbon-Altersbestimmungen weniger geeignet sind (GEYH, 1971) konnte dadurch die Zahl bestätigender bzw. ergänzender absoluter Datierungen relativ niedrig gehalten werden.

Auf die heutige Bestockung bzw. Vegetation der Lokalitäten wird im Zusammenhang mit den einzelnen Diagrammen verwiesen. Die Lage der Bohrpunkte ergibt sich aus folgenden Angaben.

Profilbezeichnung	Nördliche Breite	Östliche Länge	Österr. Karte
Mölltal:			
Egartermoor/Kolbnitz	46°52'20"	13°17'46"	181
Burgstallteich/Winklern	46°51'27"	12°53'29"	180
Kachlsee/Heiligenblut	47° 2'34"	12°49'13"	153
Maltatal:			
Moosboden I	47° 2'50"	13°23' 6"	156
Moosboden II	47° 2'47"	13°23'	156
Defereggental:			
Jagdhausalm-Moor I, II	46°58'50"	12° 9'30"	177
Moor am Staller Sattel	46°53'20"	12°12' 7"	177
Oberhauser Zirbenwald	46°57'10"	12°13'	177
Moor bei der Erlsbacher Brücke	46°54'58"	12°15'15"	177
Bärenlacke/Huben	46°54'45"	12°34'55"	178
Tauerntal:			
Moor auf der Hauptmer Alm/Matrei	47° 6'10"	12°31'20"	152
Moor beim Matreier Tauernhaus	47° 7'	12°29'50"	152

4.1. Mölltal

Egartermoor/Kolbnitz (Abb. 1)

Das kleine Sphagnummoor (ca. 100 × 30 m) liegt auf dem schattseitigen Hang des unteren Mölltales im Gemeindegebiet von Kolbnitz in rund 700 m Seehöhe. Es ist zum Großteil mit Kiefer, Weiß- und Schwarzerle locker bestockt. Im umgebenden Fichtenbestand kommt Lärche eingesprengt vor.

Das Diagramm läßt sich in die folgenden, für große Teile von Kärnten typischen vier Pollenzonen (FRITZ, 1965, 1967) gliedern:

- eine unterste Zone mit Kiefern-Dominanz (520 bis 480 cm),
- eine Kiefern-Zone mit untergeordneter Fichte und Vertretern der Eichenmischwald- (EMW)arten (Eiche, Linde, Ulme, Esche und Ahorn) wie auch der Hasel (480 bis 420 cm),
- eine Zone mit Fichten-Dominanz (420 bis 300 cm),

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

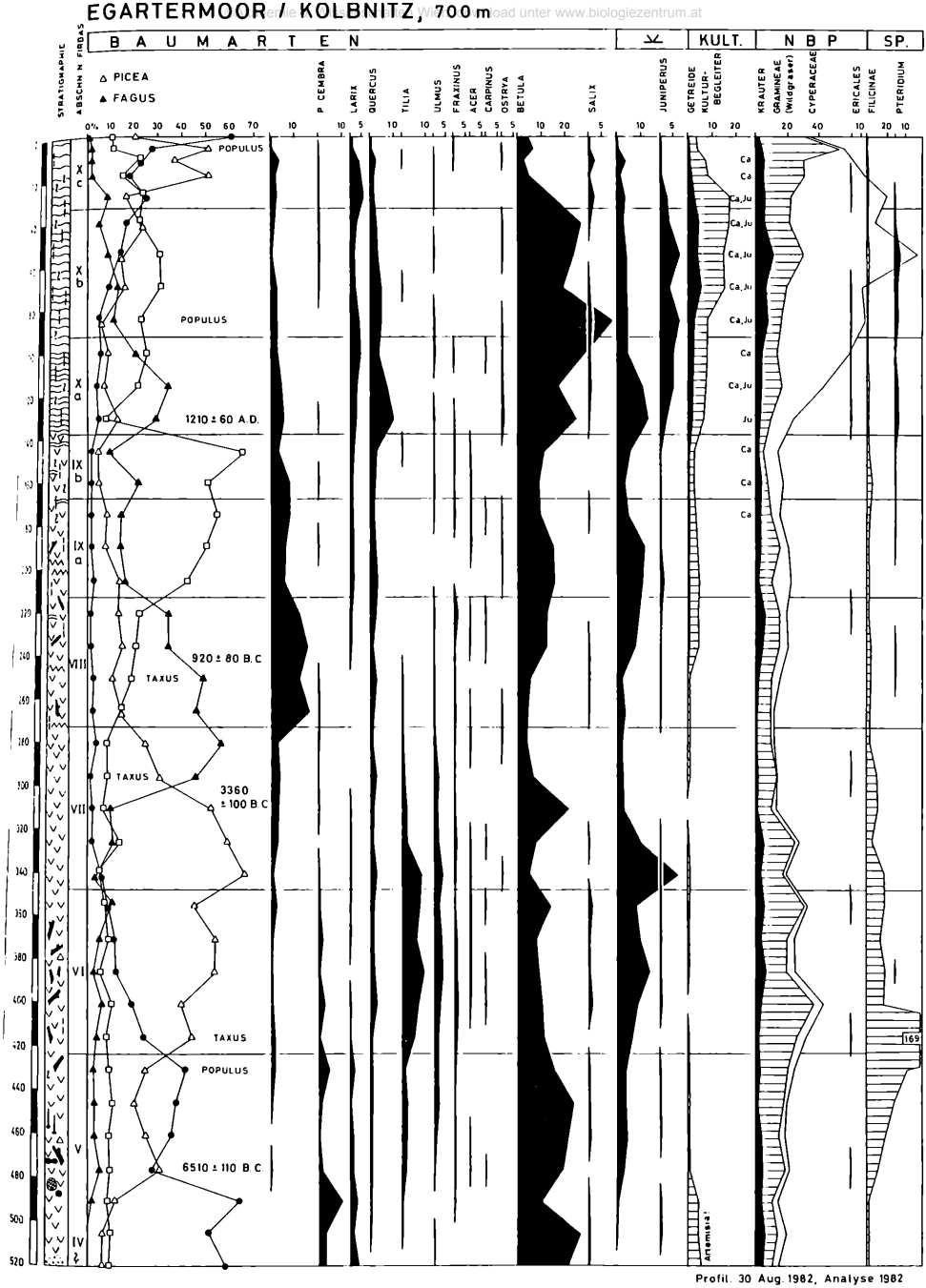


Abb. 1: Pollendiagramm „Egartermoor/Kolbnitz" (Mölltal).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

– und schließlich eine Zone mit wechselnden Anteilen von Fichte, Buche und Tanne (300 bis 0 cm); früher oder später setzt während dieser Zone der Einfluß des Menschen ein.

Nach dem illyrischen Waldentwicklungstyp (montane Höhenstufe; KRAL, 1979) sind diese vier Pollenzonen in etwa als Präboreal, Boreal, Älteres Atlantikum und anschließendes jüngeres Postglazial (ab VII) zeitlich einzustufen.

In den drei ältesten Proben stehen *Pinus* und *Betula* im Vordergrund, die Zirbe ist mit 3 bis 10 %, *Larix* mit rund 3 % vertreten. Für die stark unterrepräsentierte Lärche wird damit schon das lokale Vorkommen des Baumes angezeigt (KRAL, 1983). Auch im Fall der Zirbe liegt trotz der niedrigen Pollenwerte ein örtliches Vorkommen nahe, da sich unter den zahlreichen *Pinus*-Spaltöffnungen auch viele relativ kleine, für die Zirbe typische finden ($< 55\mu$; TRAUTMANN, 1953). Durch einen Zapfenfund (480 cm Tiefe) ist die Weißkiefer einwandfrei nachgewiesen. Im Fall von *Picea*, EMW-Arten und *Corylus* wird durch vorerst noch sehr geringe Pollenwerte die Einwanderung von Vorposten in die Täler Oberkärntens angezeigt. Nach einem Radiokarbondatum aus 470/480 cm Tiefe (6510 ± 110 v. Chr.; VRI-880) hält die frühpostglaziale Kiefern-dominanz bis in die Mitte des Boreals (V) an.

Im jüngeren Boreal ist neben der Kiefer bereits die Fichte vorhanden (auch Holz- und Nadelfunde). Die Bewaldung wird zunehmend dichter (der Freilandzeiger *Artemisia* sinkt auf unbedeutende Werte ab), außerdem rückt der Wald auch in höhere Hanglagen hinauf vor (die Zirbe verschwindet aus der näheren Umgebung). Als weiterer Hinweis auf Klimabesserung nehmen die Pollenanteile von Linde und Ulme zu, ebenso von *Corylus*, mit geringen Anteilen ist *Fagus* schon vertreten und *Abies* wenigstens mit Einzelpollen. Der Anstieg der *Filicinae* verweist auf zunehmenden Farnreichtum des Waldes.

Während der folgenden Fichten-Dominanz erreicht *Picea* die höchsten Werte im gesamten Profil; das gleiche gilt auch für die EMW-Arten (vor allem Linde und Ulme) und für *Corylus*. Die stärkere Beimischung lichtliebender Laubgehölze im tieferen Hangbereich führt dort zum Aufbau lichterer Wälder (höherer NBP-Anteil!). In der weiteren Folge – gegen Ende des Älteren Atlantikums (VI) – wird durch die Kurven von *Tilia*, *Ulmus* und *Corylus* angezeigt, daß die seit dem Boreal andauernde klimatisch günstige Phase durch einen Klimarückschlag vorübergehend unterbrochen wird (Frosnitz-Phase, BORTENSCHLAGER und PATZELT, 1969).

In der Mitte des Jüngeren Atlantikums (VII), mit 3360 ± 100 v. Chr. datiert (VRI-879), wird die Vorherrschaft der Fichte durch die Buche abgelöst, die jetzt ihrerseits bis auf über 50 % ansteigt. Später (etwa Wende VII/VIII) erreicht auch die Tanne höhere Werte; seither bilden Fichten-Tannen-Buchenwälder mit wechselnden Mischungsanteilen der drei Arten die natürliche Bewaldung der tiefmontanen Höhenstufe (Einzelpollen von *Taxus*). Die Bestände weisen einen hohen Grad von Geschlossenheit auf (sehr niedriger NBP-Anteil); neben *Quercus*

(Pollenflug aus tieferen Lagen) treten die übrigen EMW-Arten in den Hintergrund. Bis zu dieser Zeit (Mittel- und Jungsteinzeit) fehlt praktisch noch jeder Hinweis auf anthropogenen Einfluß (vereinzelt *Artemisia* als Freilandzeiger).

In 235/240 cm Tiefe, datiert mit 920 ± 80 v. Chr. (VRI-878), zeichnet sich im Pollenprofil die erste Einflußnahme des Menschen auf den zu dieser Zeit überwiegend aus Buche und Tanne aufgebauten Wald ab. Unter den BP fällt *Fagus* zurück, während auf der anderen Seite als Lichtbaumart die Birke zunimmt, ebenso die Hasel, und die Lärche ist wieder in jeder Probe nachzuweisen. Die Abnahme der Walddichte ist durch einen Anstieg der NBP dokumentiert. Der engere Hinweis auf den Menschen ist durch unvermittelt hohe Kulturzeigerwerte gegeben, wobei es sich zum Teil um Weidezeiger *(Plantago, Rumex)*, zum Teil um Ruderalzeiger *(Chenopodiaceae, Urticaceae, Artemisia)* handelt. Auch erste Gramineenpollen vom „Getreidetyp" finden sich bereits. Dem angeführten „konventionellen" Datum ist nach den Eichtafeln von KLEIN u. Mitarb. (1982) das dendrochronologisch definierte, „kalibrierte" Zeitintervall zwischen 1360 und 815 v. Chr. zugeordnet. Der spätbronzezeitliche Mensch hat danach im Bereich des Mölltales schon Weidewirtschaft betrieben. Nach dem lokalen Eingriff stockt viel Erle auf dem Moor, auch Birke, und am Moorrand Lärche. In der Umgebung überwiegen noch natürlich aufgebaute Fichten-Tannen-Buchenwälder. Einen Hinweis auf die römische Periode geben Einzelpollen der erst zu dieser Zeit nach Kärnten eingeführten Edelkastanie (FRITZ, 1965).

An der Wende IX/X nehmen im Rahmen eines weiteren lokalen Eingriffes Getreide, Kulturbegleiter und NBP insgesamt beträchtlich zu. Die Nähe größerer Weideflächen kommt auch durch den Anstieg des Wacholders zum Ausdruck; der vom Weidevieh gemiedene stachelige Strauch breitet sich nach einer Rodung nicht selten stärker aus (vgl. KRAL, 1981). Die Sporen des Adlerfarns *(Pteridium)* steigen von sporadischen Einzelfunden auf einige Prozente an; auch Brandrodung ist daher nicht auszuschließen (STRAKA, 1975). In der Stratigraphie wird in der betreffenden Tiefe (135 cm) der bisherige Waldtorf (mit Holzresten) durch Sphagnumtorf abgelöst. Nach dem Eingriff stockt auf dem Moor viel Birke, randlich Lärche; der hohe Wert der Cyperaceen zeigt starke lokale Vernässung an. Der Datierung von 1210 ± 60 n. Chr. (VRI-877) ist das Intervall zwischen 1215 und 1330 n. Chr. zuzuordnen; es handelt sich somit um die Zeit der „deutschen Kolonisation" Von der Wende IX/X an sind auch Pollen des *Humulus*-Typs regelmäßig nachzuweisen (bis 3 %), die mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit mittelalterlichen Anbau von Hopfen (Hanf?) anzeigen. Während des Jüngeren Subatlantikums (X) befinden sich anfangs (Xa) in der Umgebung noch größere Waldreste, im Anschluß (Xb; 16./18. Jahrhundert) ist der menschliche Einfluß besonders stark (höchste Werte von Getreide, Kulturbegleitern und Wacholder). Zuletzt (Xc; 19./20. Jahrhundert) kommt es zu einer deutlichen Regeneration des Waldes, wobei die vom Menschen geförderte Fichte unter den Baumarten an die erste Stelle rückt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Burgstallteich/Winklern (Abb. 2)

Das kleine (ca. 60 × 30 m) Flachmoor am Burgstall bei Winklern liegt rund 45 km möllaufwärts bzw. mit 1030 m rund 330 m höher als das Egartermoor. Neben vorherrschenden Cyperaceen zahlreiche Kräuter und Farne, randlich Weißerle und Fichte (Lärche, Birke, Hasel). Dicht oberhalb stocken auf dem Burgstall Kiefer, Birke, im Süden schließt eine Schlagfläche mit Fichtenverjüngung an. Den umgebenden älteren Fichtenbeständen ist Lärche beigemischt.

Nach der Stratigraphie handelte es sich früher um ein Fichten-Waldmoor. Während des Subboreals (unterste Proben, ohne Kulturzeiger) stockte in der Umgebung ein geschlossener, farnreicher Fichten-Tannenwald; Linde *(T. cordata)* und Eibe (Einzelpollen) sind nachzuweisen. In der Folge – als IXa eingestuft – besteht schwache Auflockerungstendenz (NBP, *Larix, Betula),* aus 110 cm Tiefe stammt der erste Getreidepollen, Weidebetrieb scheidet für die nähere Umgebung noch aus. Im Anschluß ist die Walddichte wieder höher (IXb), mit geringem Mischungsanteil war zu dieser Zeit im Fichten-Tannenwald auch Buche vertreten.

Die deutsche Kolonisation (Wende IX/X) zeichnet sich auch im „Burgstallteich" ab, Hinweise auf einen örtlichen Eingriff liegen aber erst bei 45 cm vor. In dieser Tiefe nehmen die NBP und Kulturzeiger stark zu, die bisher waldbildenden Baumarten gehen zurück zugunsten von *Larix, Alnus, Betula* und *Corylus* (Xb). Die waldfreien Flächen in der Umgebung werden für Weidezwecke genutzt *(Plantago, Juniperus),* in den tiefen Lagen geht mit der Ausweitung des Siedlungsraumes ein verstärkter Ackerbau Hand in Hand *(Cerealia, Humulus*-Typ). Zuletzt rückt wieder der Wald bzw. die Fichte stärker in den Vordergrund (Xc). Ein Pollenfund von *Xanthium cf. spinosum* in 20 cm Tiefe gibt dazu einen Hinweis auf das Alter, da mit der aus Südamerika eingeschleppten Dornigen Spitzklette im inneren Alpenraum nicht vor dem 19. Jahrhundert zu rechnen ist (WAGENITZ, 1968).

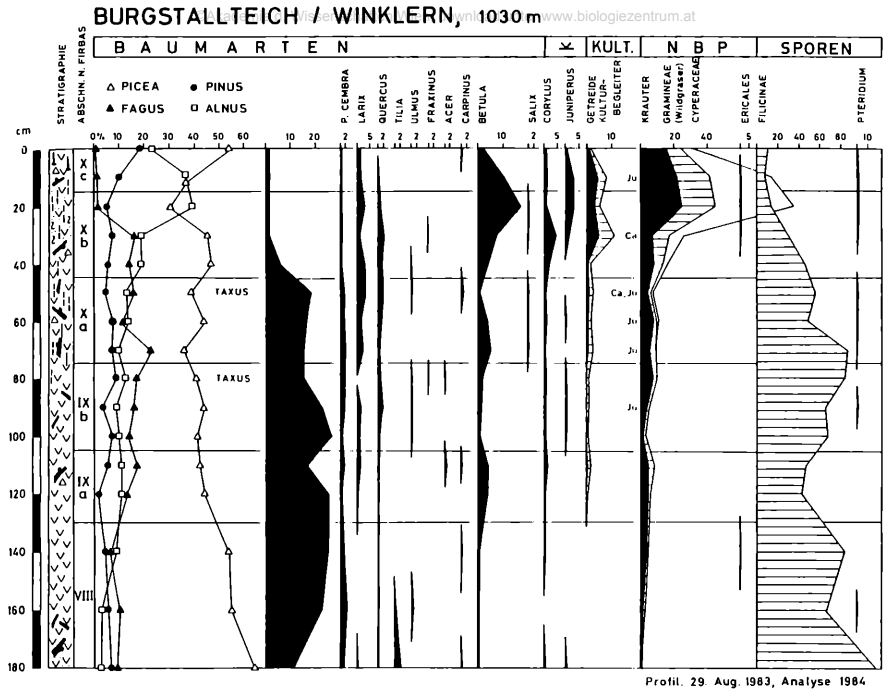
Kachlsee/Heiligenblut (Abb 2)

Der nur ca. 50 × 30 m große Kachlsee bei Heiligenblut liegt weitere 22 km möllaufwärts und mit 1290 m um 260 m höher als der Burgstallteich; er war zur Zeit der Profilgewinnung trocken. Randlich reichlich Cyperaceen, auch Schachtelhalm, unter den Gehölzen Weißerle und Weiden im Vordergrund. In den anschließenden Fichtenbeständen bis 20 % Lärche.

Auch beim „Kachlsee" handelt es sich nach der Stratigraphie ursprünglich um ein Fichten-Waldmoor (Waldtorf mit Fichtenholz, -nadeln und -samen). Die untersten, in VIII eingestuften Proben zeigen einen aus Fichte und Tanne aufgebauten Wald an. Der Mischungsanteil der Tanne ist niedriger anzunehmen als zur gleichen Zeit im Umkreis des „Burgstallteiches", und *Fagus* tritt nur noch als Weitflug auf. Auf dem Moor stocken Erle und Birke, randlich Lärche. Auf einen niedrigen Weitflug-Gipfel der Weidezeiger (IXa; erste Getreidepollen) folgt eine Waldverdichtungsphase (IXb).

An der Wende IX/X zeichnet sich lediglich eine gewisse Auflockerung *(Alnus,* NBP) des Fichtenwaldes ab, dem etwas Tanne und auch

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



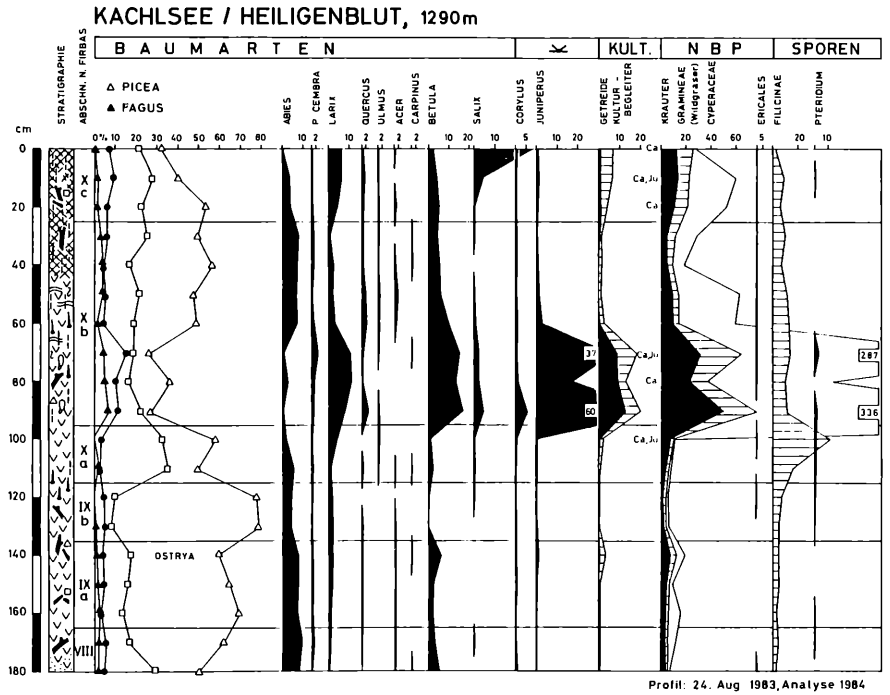


Abb. 2: Pollendiagramme „Burgstallteich/Winklern“ und „Kachlsee/Heiligenblut“ (Mölltal).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lärche beigemischt sind. Der nachfolgende anthropogene Eingriff tritt im Pollendiagramm fast unvermittelt in Erscheinung, und ziemlich sicher war nicht nur die engere Umgebung des Waldmoores davon betroffen. Einen Hinweis darauf geben die hohen Weitflug-Pollenwerte des Getreides, aber auch z. B. von *Fagus*. Im örtlichen Umkreis stocken zu dieser Zeit (frühes Xb) in erster Linie Birke, Erle und Weide, randlich auch Lärche. Auf den waldfreien Flächen sind Grünerle und Wacholder vertreten, die Weidenutzung ist durch hohe Pollenprozente der Weidezeiger dokumentiert, im weiteren Sinn auch durch die Kräuter (vor allem *Rosaceae)* und Wildgräser, die gleichfalls Gipfelwerte aufweisen (vgl. BEHRE, 1981). Ab 65 cm Tiefe rückt der Fichtenwald mit beigemischter Tanne (auch Tannenholz!) wieder stärker in den Vordergrund. Erst zu dieser Zeit (ca. 17./18. Jahrhundert) ist der Kachlsee entstanden (Detritusgyttja!). Und erst während der beiden letzten Jahrhunderte (Xc) ist die Tanne in der Umgebung schließlich so gut wie ganz verschwunden; der aufgelockerte Fichtenwald weist seither einen höheren Lärchenanteil auf.

4.2. Maltatal

Moosboden I und II (Abb. 3 u. 4)

Die beiden kleinen Hochmoorflächen (ca. 60 × 30 m) liegen in Verebnungen (1800 bzw. 1750 m Seehöhe) der nordöstlichen Talflanke der oberen Malta im Einzugsbereich des Moos-Baches. Neben Torfmoos reichlich Seggen und auch Wollgras, randlich Latsche. Der umgebende Wald (BG 0,7) setzt sich aus ca. 6 Fichte, 3 Zirbe und 1 Lärche zusammen. In der Umgebung von Profil II wurde vor einigen Jahren Zirbe und Lärche aufgeforstet. Die Waldgrenze liegt bei rund 2000 m Seehöhe.

Beide Pollenprofile reichen bis in das frühe Postglazial zurück. In den untersten Proben stehen Grünerle und Kiefer im Vordergrund, Zirbe, Lärche und auch Fichte (Nadelfunde!) sind bereits vertreten. Insgesamt ist die Bewaldung der subalpinen Stufe bis zur stärkeren Ausbreitung der Fichte aber noch gering („Walddichte" 2/1), und wohl erst während des Abschnittes VII erreicht der subalpine Fichtenwald in etwa die Höhenlage der beiden Moore. Im Subboreal (VIII) liegt die Waldgrenze schon deutlich höher, in der Umgebung der Moore stockt ein relativ geschlossener Fichtenwald (3/2; Zirbe und Lärche nur spärlich vertreten). Bis in die Umgebung des tieferliegenden Moores kommen zumindest Vorposten der Tanne vor (2 %), in 1800 m findet sich ihr Pollen als Weitflug (0,5 %). Gegen Ende des Abschnittes gibt ein Gipfel der Weidezeiger den Hinweis auf bronzezeitliche Weidewirtschaft in der weiteren Umgebung. Im großen und ganzen bleibt die Situation auch während der Abschnitte IXa, IXb und Xa noch unverändert, im höhergelegenen Profil I zeigt die Zunahme von *Pinus cembra* und NBP bereits das Absinken der Waldgrenze an. Hinweise auf Weidewirtschaft im Gebiet sind im Profil II deutlicher, wo sich in 115 cm Tiefe auch der erste Getreidepollen findet.

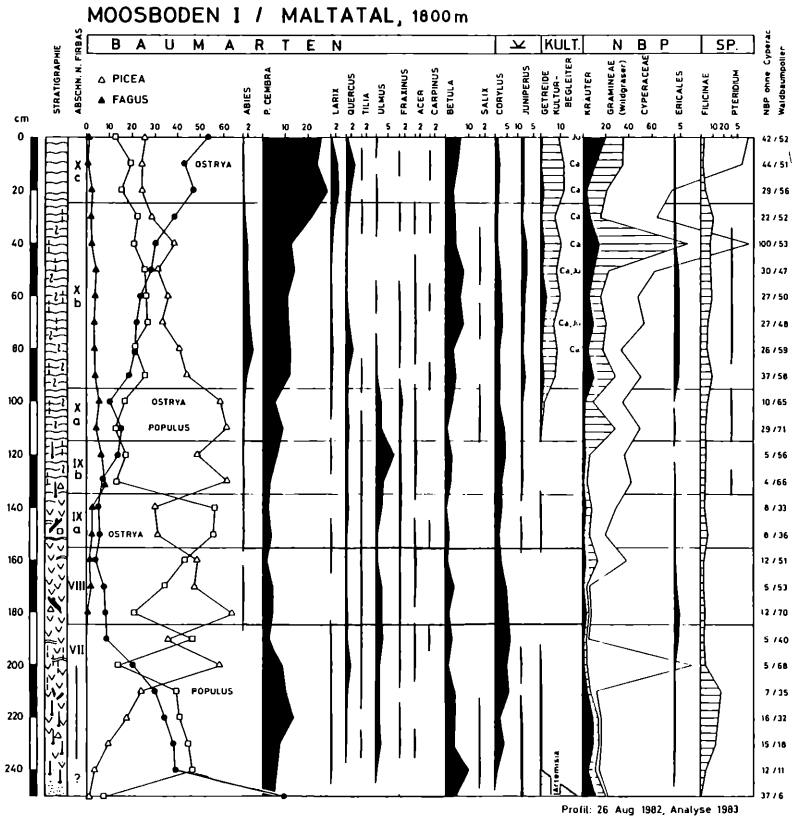


Abb. 3: Pollendiagramm „Moosboden I" (Maltatal).

Der örtliche Eingriff des Menschen zeichnet sich in den Profilen beider Moore gut ab. (Durch Überlagerung von älterem Torf enthält Profil II zwischen 40 und 35 cm offensichtlich eine Störung.) Der Waldrückgang kommt in erster Linie durch die Zunahme der NBP zum Ausdruck (bis auf 100 % der BP), der lokale Weidebetrieb durch hohe Werte der Weidezeiger und auch durch *Juniperus* (Xb). Der Pollenweitflug zeigt für die tiefen Lagen Ackerbau an *(Cerealia, Humulus*-Typ); in 27 cm Tiefe (Profil II) fand sich sogar ein Pollenkorn des nicht vor Mitte des 16. Jahrhunderts eingeführten Mais (HUBER, 1962). Unter den Baumarten tritt die Fichte zugunsten der Zirbe relativ zurück, Tanne kommt höchstens noch reliktisch vor. Die obersten Proben (Xc) geben den Rückgang der Weidewirtschaft bzw. die heutigen Bewaldungsverhältnisse wieder (Einzelpollen von *Xanthium cf. spinosum).*

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

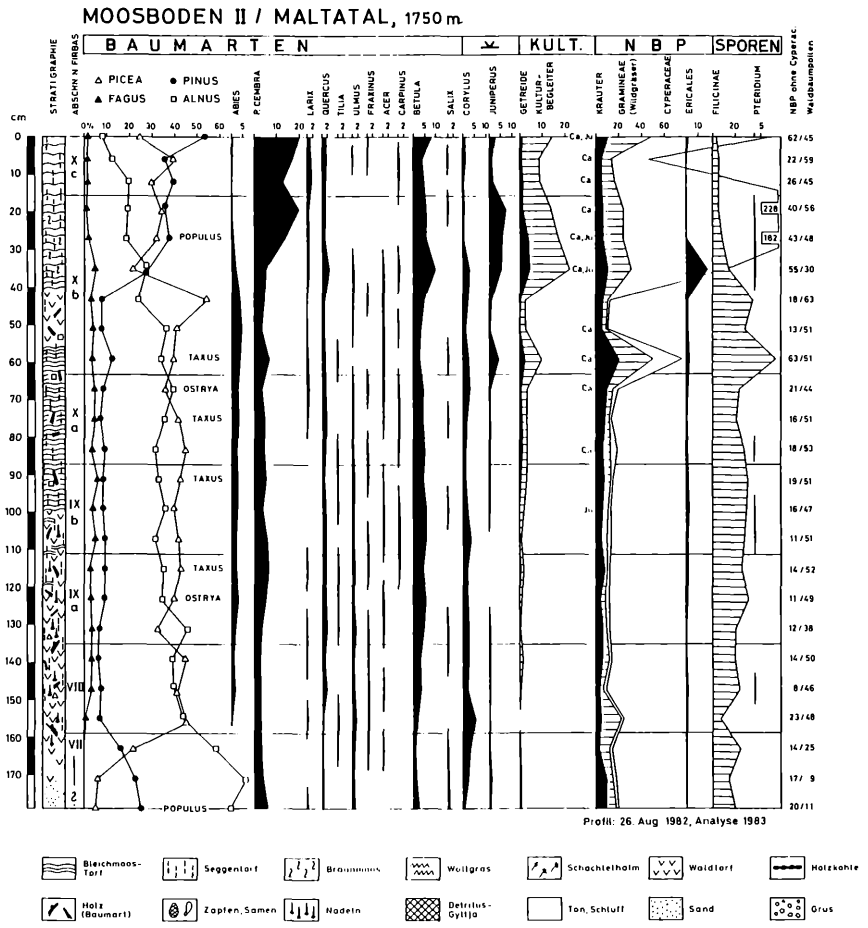
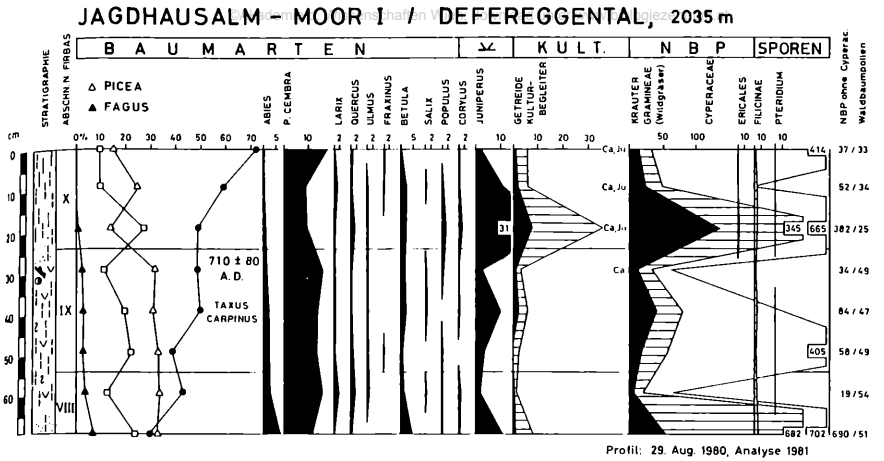


Abb. 4: Pollendiagramm „Moosboden II" (Maltatal).

4.3. Defereggental

Jagdhausalm-Moor I und II (Abb. 5)

Im hintersten Defereggental (Arvental), rund 500 m westlich von den Hütten der Jagdhausalm, liegt gegen den Hang zu etwas ansteigend ein ca. 0,3 ha großes, teilweise abgebautes Flachmoor (2035 m Seehöhe). Örtlich überwiegen Cyperaceen, auch Wollgras, neben verschiedenen Kräutern, Gräsern und Moosen. Sowohl die umgebende Weidefläche als auch die anschließenden Hanglagen (mit viel *Rhododendron ferrugineum)* sind baumfrei. Bereits im Jahre 1212 wird das „Jagdhaus" als einer jener hochgelegenen, ganzjährig bewirtschafteten Schwaighöfe genannt, die von der Grundherrschaft regelmäßig Korn erhielten und als Gegenleistung Milchprodukte lieferten. Im tirolischen Gesamturbar 1406 wird Jagdhaus schon als Alm erwähnt und war damit nicht mehr ganzjährig bewirtschaftet (KAMMERLANDER, 1985).



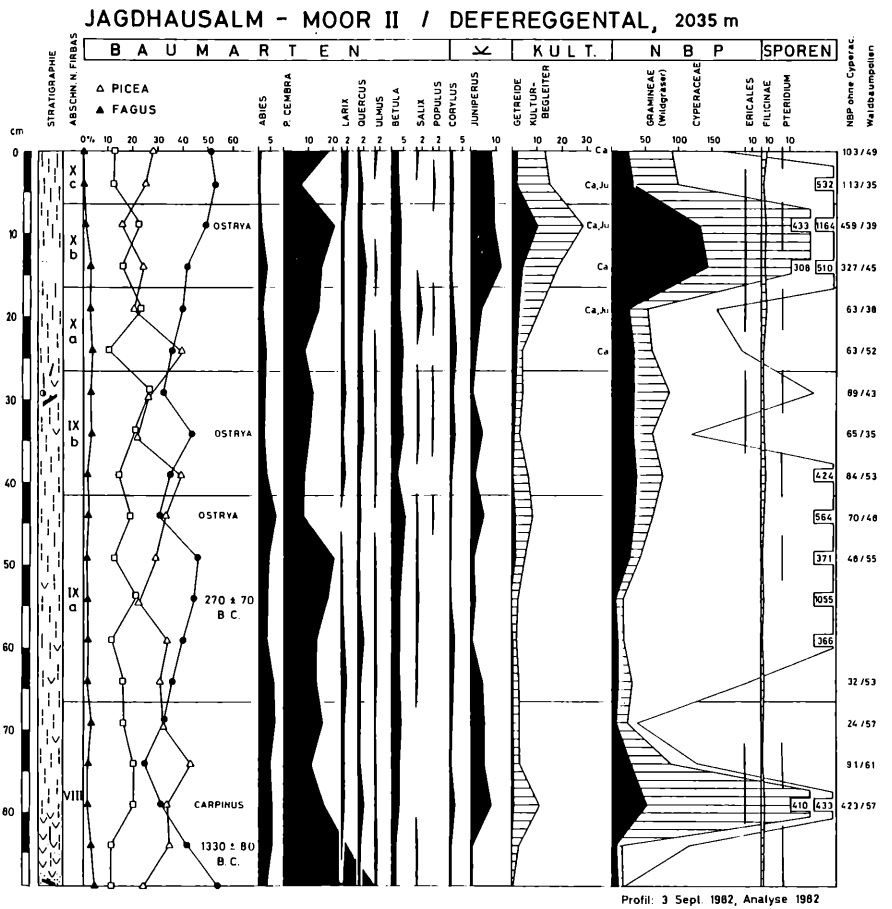


Abb. 5: Pollendiagramme „Jagdhausalm-Moor I und II" (Defereggental).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Von dem bereits 1980 gewonnenen Profil I wurden zwei Zirbenholzproben absolut datiert. Die jüngere (25 bis 30 cm) verweist mit 710 ± 80 n. Chr. (VRI-725) auf das ausgehende Ältere Subatlantikum (IX). Die ältere Probe (80 bis 100 cm), die einen Hinweis auf den Beginn des Moorwachstums bzw. auf die Reichweite des Profils geben sollte, erwies sich mit 6180 ± 180 Jahren (VRI-724) als überraschend alt. Leider waren in den beiden untersten Dezimetern des Profils (sandig-grusiges Material mit geringem organischen Anteil) wegen sehr starker Pollenzersetzung keine Analysen möglich; das ^{14}C-Datum kann daher keinem Pollenspektrum zugeordnet werden. Da in 69 cm Tiefe bereits hohe Werte der Kulturzeiger (auch Getreidepollen) zu verzeichnen sind, wäre ein sehr früher Weideschlag nicht auszuschließen; auf der anderen Seite kann das Wachstum des Profils in den untersten Zentimetern auch sehr langsam gewesen sein. Zur Klärung offener Fragen wurde daher 1982, nur wenige Meter vom ersten entfernt, ein zweites Profil gegraben. Die Analyse (5-cm-Abstände) war in diesem Fall bis auf 90 cm Tiefe möglich; wieder wurden zwei Proben absolut datiert.

Im Profil II zeigen die beiden untersten Proben einen geschlossenen, nur örtlich aufgelockerten (2/3) Fichten-Zirbenwald an. Die Zirbe übertrifft in ihrem Mischungsanteil die Fichte, in geringem Umfang (maximal 0,1) ist auch Tanne beigemischt. Bereits in der nächstjüngeren Probe zeichnet sich im Pollendiagramm und auch in der Stratigraphie (Ablösung des Waldtorfes durch Cyperaceentorf) eine Weiderodung ab. Nach der Datierung (1330 ± 80 v. Chr., VRI-800) handelt es sich um die Mitte des Subboreals bzw. um das Zeitintervall von 1860 bis 1385 v. Chr. (Hochbronzezeit). Holzkohlesplitter im fast schwarzen obersten Waldtorf lassen auf Brandrodung eines relativ großen Areals schließen (0/2), der hohe Gramineengipfel zeigt starke Vergrasung an (weitgehende Übereinstimmung mit der untersten analysierten Probe von Profil I). Die Kulturbegleiter – auch *Juniperus* – weisen ihr erstes Maximum auf; als Weidezeiger vor allem *Chenopodiaceae*, *Rumex* und *Plantago*, als Ruderalzeiger *Urticaceae*. Unter den zahlreichen Kräutertypen stehen *Rosaceae*, *Umbelliferae*, *Cruciferae* und *Labiatae* im Vordergrund; in beiden Profilen bereits Getreidepollenweitflug.

Im Anschluß (Ende VIII, frühes IXa) ist der anthropogene Einfluß rückläufig, lokal kommt wieder Wald auf (2/2; Fichte und Zirbe mit beigemischter Lärche), der Moorbereich ist stark vernäßt (hoher Cyperaceengipfel). Auch die folgende Datierung betrifft mit 270 ± 70 v. Chr. (VRI-799) bzw. dem Intervall von 410 bis 155 v. Chr. (Jüngere Eisenzeit) noch die Periode geringer menschlicher Aktivität, auch im weiteren Umkreis (die Getreidekurve bricht vorübergehend wieder ab). Die anschließende neuerliche Almwirtschaftsperiode fällt danach schon in die beiden letzten vor- und in die ersten nachchristlichen Jahrhunderte (keltisch-römisch), eine klimatisch günstige Zeit (zwischen den beiden Göschener Kaltphasen), und die Rodung könnte ein ähnliches Ausmaß erreicht haben wie in der Bronzezeit (0/2). Auf dem stark vernäßten Moor dominieren nach wie vor die Cyperaceen, auf den Weideflächen finden

sich Gramineen, Kräuter (besonders *Rosaceae* und *Compositae liguliflorae)* sowie sämtliche Weidezeiger, als Weitflug tritt auch wieder Getreide auf. Wie in anderen Profilen findet die günstige Periode während der Völkerwanderungszeit (bzw. Göschener Kaltphase II) ihr Ende. Dementsprechend ist am Ausgang von IXb nur geringer anthropogener Einfluß belegt. Zu einer Regeneration des Waldes kommt es jedoch auch während der darauffolgenden Klimabesserung nicht mehr.

Für die zeitliche Einstufung der Wende IX/X gibt die entsprechende Datierung im Profil I einen Anhaltspunkt (610 bis 905 n. Chr.). Danach nahm während des Mittelalters der Weidebetrieb allmählich wieder zu (Xa), als sich in der Umgebung noch reliktische Waldreste und Einzelbäume (Fichte, Zirbe, Lärche) befanden. Den Hinweis auf das Mittelalter gibt auch der Weitflug von *Castanea, Juglans* und *Humulus/ Cannabis.* In 19 cm Tiefe sind durch je ein Pollenkorn von *Fagopyrum* und *Vitis* darüber hinaus der Anbau von Buchweizen und möglicherweise auch Weinbau belegt (vgl. Südtirol, SEIWALD, 1980). Der nunmehr dritte Höhepunkt der Almwirtschaft fällt wohl erst in das 16. bis 18. Jahrhundert (Xb). Zu dieser Zeit ist die nähere Umgebung – wie auch in der Gegenwart – bereits baumfrei. Die Gräser und Kräuter erreichen hohe Spitzenwerte, im Vordergrund stehen diesmal *Leguminosae, Rosaceae, Ranunculaceae* und *Compositae liguliflorae,* unter den Weidezeigern *Plantago* und *Rumex.* Auch die Getreidewerte liegen sehr hoch (bis 10 % der BP bzw. 2,3 % der Gesamtpollen ohne *Cyperaceae),* sie werden aber in rezenten Pollenspektren von vegetationsarmen Gletschervorfeldern teilweise noch übertroffen (z. B. Venedigergebiet, BORTENSCHLAGER u. PATZELT, 1969). Die jüngsten Proben (Xc) dokumentieren den Rückgang des Almbetriebes während der beiden letzten Jahrhunderte.

Moor am Staller Sattel (Abb. 6)

Knapp nördlich der Paßstraße und bis zur italienischen Grenze reichend, liegt das ca. 0,5 ha große Flachmoor mit 2050 m nur wenig höher als die Jagdhausalm (10 km Luftlinie). In seinen feuchteren Teilen überwiegen Seggen und Moose, in den trockeneren Besenheide, Gräser und Wacholder. Zum Unterschied von der Jagdhausalm finden sich in der nächsten Umgebung noch Einzelbäume und Baumgruppen, überwiegend Zirbe (Fichte, Lärche).

Die Weidewirtschaft spielte im Vergleich zur Jagdhausalm insgesamt eine geringere Rolle; für die Parallelisierung der Diagramme reichen aber die sich daraus ergebenden Hinweise aus. So zeigt das Maximum der Kulturzeiger in 19 cm Tiefe ohne Zweifel den Höhepunkt der mittelalterlichen Almwirtschaft an (Xb), der niedrige Gipfel in 59 cm markiert die keltisch-römische Periode (IXa) und das Maximum in 89 cm Tiefe den bronzezeitlichen Weidebetrieb (VIII). Die Profile sind dementsprechend ziemlich gleich rasch gewachsen (auch gleicher Moortyp), durch seine größere Mächtigkeit reicht das Profil vom Staller Sattel aber weiter in die Vergangenheit zurück. Die älteren, als VI/VII eingestuften Proben zeigen einen Fichten-Zirbenwald mit Lärche an, der durch reichlich vorkommende Grünerle aufgelockert ist. Die Kulturbe-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

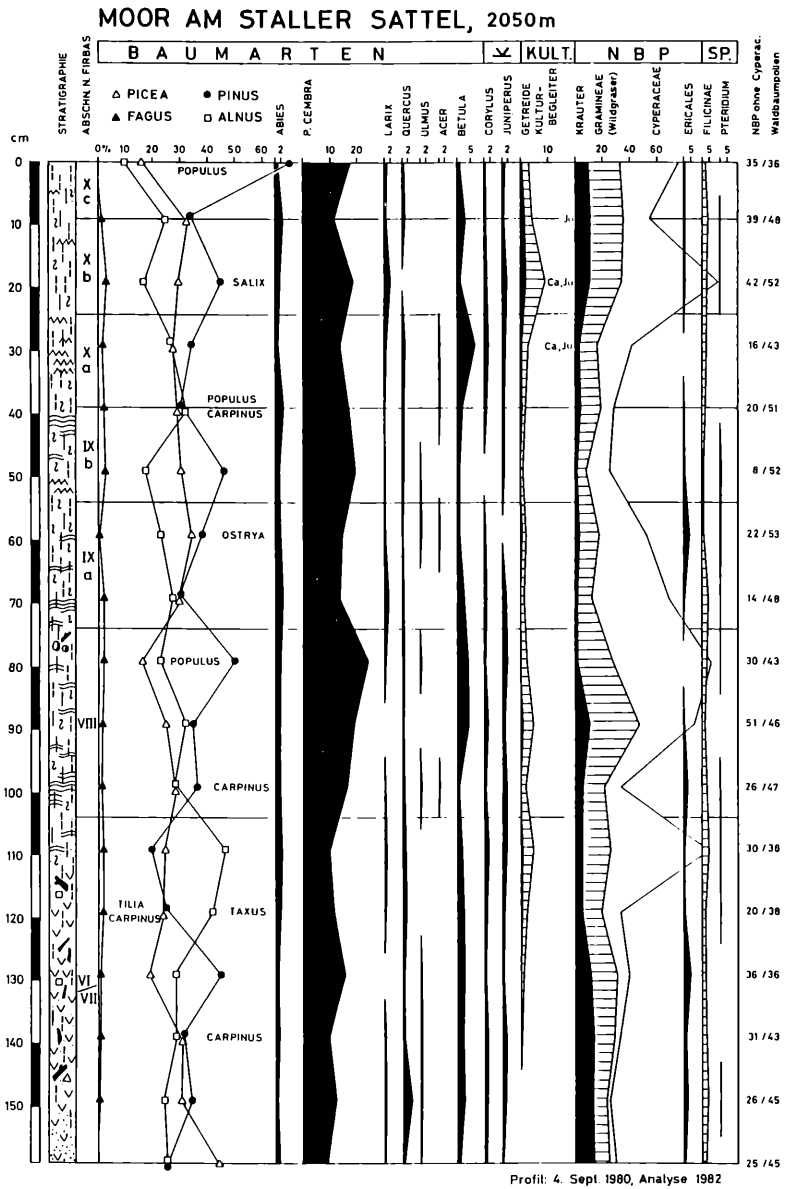


Abb. 6: Pollendiagramm „Moor am Staller Sattel" (Defereggental).

gleiter geben für die Umgebung schon den Hinweis auf (spätneolithischen?) Weidebetrieb, und wie im angrenzenden Südtirol (SEIWALD, 1980) zeigt der gleichzeitig auftretende Getreidepollen bereits frühen Ackerbau in den Tieflagen an.

Da keine lokalen Weiderodungen größeren Umfanges stattgefunden haben, behauptet sich der Wald bis in die jüngste Vergangenheit. Während der Bronze- und Eisenzeit und noch bis in das frühe Mittelalter stockt in der Umgebung ein aufgelockerter Fichten-Zirbenwald mit Lärche (reliktische Tanne?), und erst während des Spätmittelalters kommt es zu einem stärkeren Waldrückgang, der Lärchenanteil ist zu dieser Zeit vorübergehend relativ hoch. Die Oberflächenprobe kennzeichnet das gegenwärtige Baumvorkommen.

Moor bei der Erlsbacher Brücke (Abb. 7)

Das fast kreisrunde (ca. 50 m Ø) Sphagnummoor in 1570 m Seehöhe liegt nur rund 200 m südwestlich der Brücke über die Schwarzach, über die die Straße vom Defereggental zum Staller Sattel abzweigt. Örtlich Wollgras und Seggen, auch Wacholder, Heidel- und Preiselbeere, gegen den Rand Besenheide, einzelne kleine Fichten und Zirben. Der umgebende Waldbestand setzt sich aus 6 Fichte, 3 Zirbe und 1 Lärch zusammen (BG 0,8).

Im unteren Teil des 80 cm langen Profils überwiegt Waldtorf, im oberen *Sphagnum*, die Grenze markiert eine wohl auf Brandrodung zurückgehende Holzkohleschicht.

In seiner unteren Hälfte verweist das Diagramm auf einen ziemlich geschlossenen Fichtenwald mit etwas beigemischter Zirbe und Lärche. Nach dem Radiokarbondatum (VRI-876) von 430 ± 70 v. Chr. bzw. 420 bis 170 v. Chr. sind die untersten Proben als keltenzeitlich einzustufen (IXa). Der darauffolgende flache Gipfel der NBP und Kulturzeiger (einschließlich Getreide) gehört dementsprechend bereits der römischen Periode an *(Castanea, Juglans!)*. Ein lokaler Eingriff scheidet für diese Zeit noch aus (2/2), in der Umgebung wird aber schon Weidewirtschaft betrieben *(Plantago, Rumex)*. Der Befund ist archäologisch insofern interessant, als aus dem Defereggental bis in das frühe Mittelalter bisher Funde noch ganz fehlen (KARWIESE, 1975) und eine Almgründung von der Südtiroler Seite her (wie auf der Jagdhausalm) in diesem Fall ausscheidet. Die archäologische Fundlücke im Defereggental ist daher möglicherweise nur zufällig. Im Anschluß (IXb) ist der anthropogene Einfluß rückläufig, die Getreidepollen verschwinden vorübergehend wieder.

Nach ca. 800 n. Chr. (Erschließung des Defereggentals von Osten her durch die Slawen) nimmt der Einfluß des Menschen wieder zu (Xa) und erreicht etwa das gleiche Ausmaß wie gegen Ende von IXa. Auf Grund einer weiteren Datierung (VRI-875) hat die schon erwähnte Brandrodung nach 1300 ± 60 n. Chr. stattgefunden (bzw. nach dem Zeitintervall 1255–1400). In den Beständen der weiteren Umgebung (0/2) gewinnt neben der Fichte die Zirbe als Mischbaumart an Bedeutung (Xb). Auch die Lärche ist häufiger als früher, vor allem während der unmittelbar auf die Brandrodung folgenden Zeit. Gegen Ende von Xb wird durch das

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

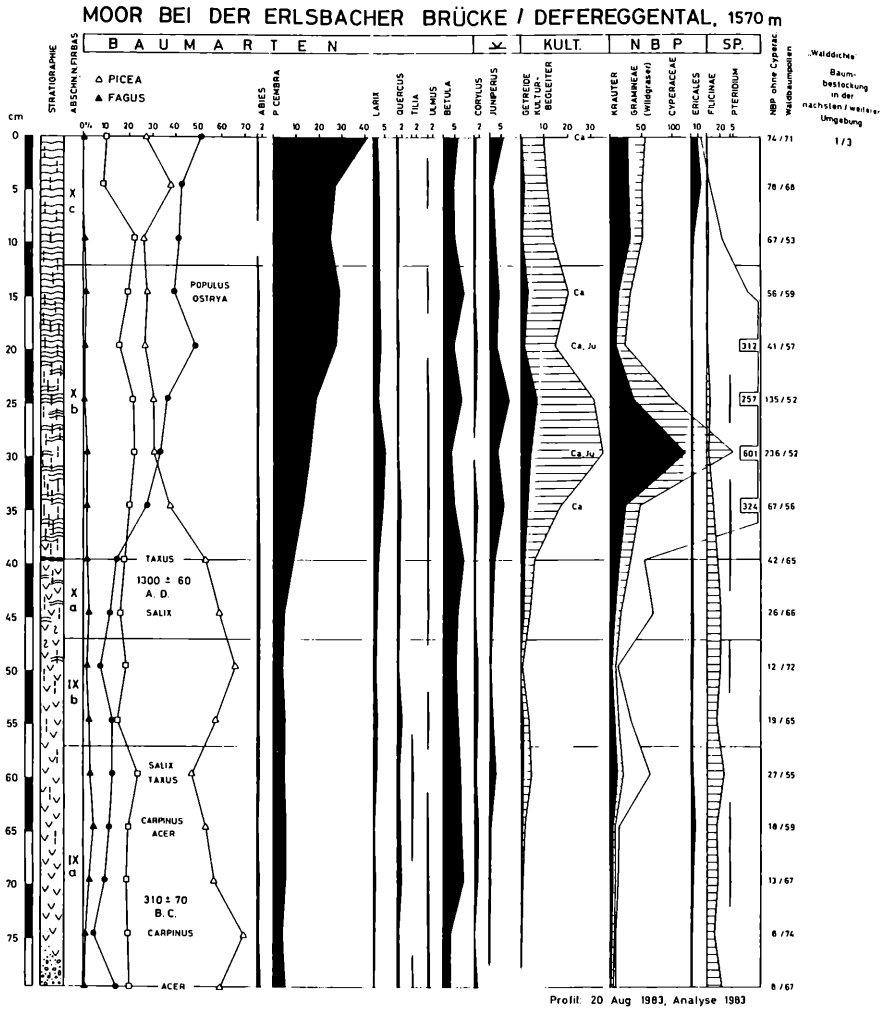


Abb. 7: Pollendiagramm „Moor bei der Erlsbacher Brücke" (Defereggental).

Absinken der Weidezeiger schon der Rückgang des Weidebetriebes angezeigt. Nach einem Fund von *Centaurea cyanus* (34 cm) waren Getreidefelder wohl nicht allzu weit entfernt. Einen Hinweis auf Ackerbau gibt auch der *Humulus-Cannabis*-Typ (bis 5 %). Die jüngsten Proben belegen schon annähernd heutige Verhältnisse. Die nach dem Rodungseingriff aufgetretene starke lokale Vernässung (*Cyperaceae*!) geht zurück, Heidekrautgewächse breiten sich aus. Ab 9 cm Tiefe (Xc) finden sich außer der Kornblume auch Einzelpollen der südamerikanischen Spitzklette; zuletzt erreicht der umgebende Waldbestand sogar wieder einen gewissen Grad von Geschlossenheit (1/3).

Bärenlacke/Huben (Abb. 8)

Das kleine (ca. 40 × 30 m) Flachmoor liegt oberhalb der Einmündung des Defereggentales in das Iseltal im Bereich eines relativ steilen Nordhanges (1640 m Seehöhe). Örtlich stehen neben *Sphagnum* Seggen im Vordergrund, auch Wollgras, im größeren vergrasten Teil ist Fichte aufgeforstet (bis 50 cm). Der umgebende Waldbestand setzt sich aus ca. 6 Fichte und 4 Lärche zusammen.

Dem Seggentorf der obersten Dezimeter ist ein schwarzbrauner Waldtorf unterlagert, der viele Holz-, Rinden-, Zapfen- und Nadelreste von Fichte enthält; aus dem deutlichen Grenzbereich (30 cm) wurde ein Fichtenzapfen absolut datiert (VRI-727).

In der unteren Hälfte des Profils wird ein geschlossener Fichtenwald mit etwas beigemischter Tanne angezeigt; der Lärchenpollen stammt wahrscheinlich von stärker exponierten Standorten der näheren Umge-

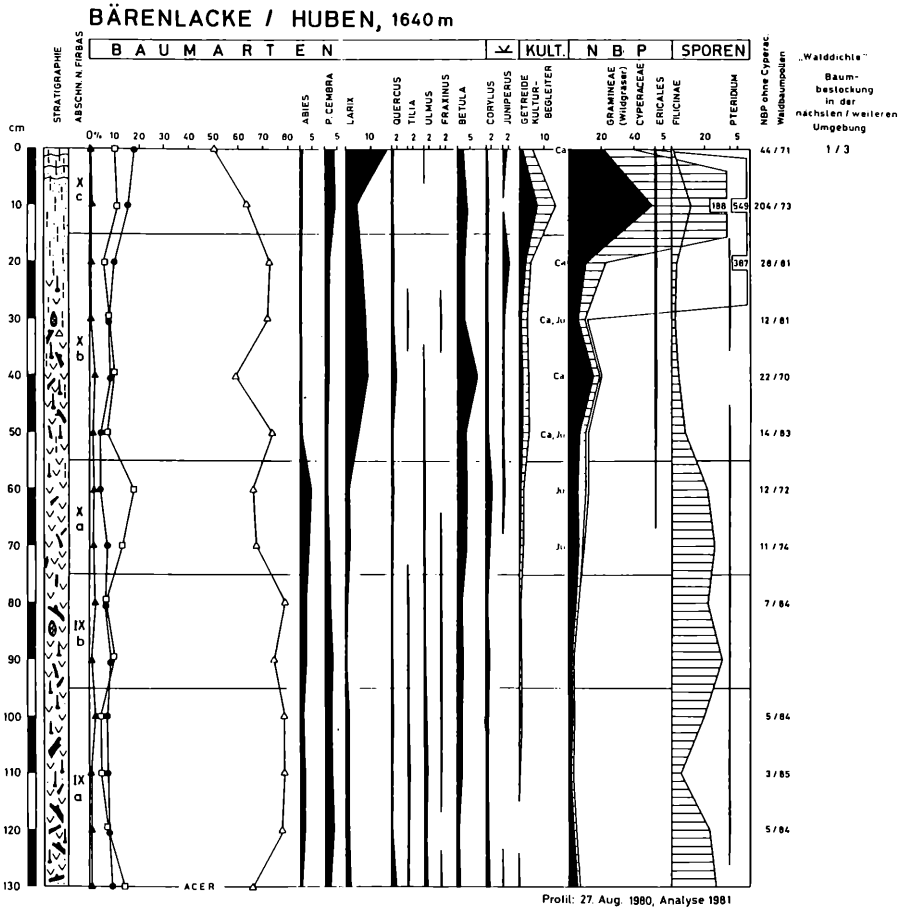


Abb. 8: Pollendiagramm „Bärenlacke/Huben" (Defereggental).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

bung. Getreide findet sich neben spärlichen Weidezeigern zum erstenmal in 100 cm Tiefe (IXa), regelmäßig und mit etwas höheren Anteilen ab 70 cm. Der zunehmende anthropogene Einfluß (Xa) macht sich auch in der Kurve der NBP geltend, doch bleibt der Wald in der näheren Umgebung noch unberührt (kein Almgebiet!). Erst mit Beginn von Xb sind lokale Auflichtungen möglich; die Tanne verschwindet aus der Umgebung, der frühere Farnreichtum geht stark zurück und der Anteil der Lärche nimmt beträchtlich zu. Die Datierung (1480 ± 80 bzw. 1325–1620 n. Chr.) zeigt in Verbindung mit dem Diagramm an, daß die Hangwälder in der Umgebung der „Bärenlacke" bis gegen Ende des Mittelalters vom Menschen noch unbeeinflußt waren. Gegen Ende von Xb kommt es lokal zu starker Vernässung *(Cyperaceae!);* in 20 cm Tiefe glückt der Nachweis von *Fagopyrum.* Im Gegensatz zum Lienzer Schloßwald, wo schon für das 15./16. Jahrhundert großflächige Kahlschläge nachzuweisen sind (KRAL, 1975), wird erst ganz zuletzt (19. Jahrhundert?) durch das Pollenprofil eine Schlägerung angezeigt, die in der Umgebung zu reichlicher Verjüngung der Lärche geführt hat.

4.4. Tauerntal

Moor auf der Hauptmer Alm/Matrei (Abb. 9)

Das Profil von der Hauptmer Alm (1780 m) im Gemeindegebiet von Matrei stammt von einer durch Quellaustritt vernäßten und mit *Sphagnum* bewachsenen Stelle auf einer ca. 2 Hektar großen Almweide, rund 280 m über dem Talboden bzw. 2,5 km südöstlich des Matreier Tauernhauses. Die lokale Waldgrenze verläuft etwa 100 m höher (ca. 5 Fichte, 5 Lärche).

Die beiden untersten, fast reinen Sandproben lassen auf einen Wald schließen, der aus Kiefer und Zirbe aufgebaut war und auch Mischungsanteile von Fichten und Lärchen enthielt. Es handelt sich daher um das frühe Postglazial (wahrscheinlich Boreal). Die unmittelbar anschließenden Proben bieten ein ganz anderes Bild, nämlich einen Fichtenwald mit nur gering vertretener Tanne und Lärche (Zirbe als Weitflug). Stuft man sie als VIII bzw. IX ein, so ergibt sich zwischen 80 und 90 cm eine Profillücke (Hiatus). Sie kommt nicht nur im Pollendiagramm sondern auch in der Stratigraphie als deutliche Grenze zwischen dem Sand und dem schwarzbraunen Waldtorf (mit Holz- und Nadelresten von Fichte) gut zum Ausdruck. Für die erwähnte Einstufung sprechen die zuletzt schon ziemlich hohen Werte der Kulturzeiger und der übrigen NBP und auch ein Radiokarbondatum (360 ± 90 v. Chr., VRI-726), das die betreffende Probe in das Zeitintervall zwischen 760 und 170 v. Chr. stellt. Danach hat mit ziemlicher Sicherheit auf der Hauptmer Alm schon während der Hallstattperiode Weidenutzung stattgefunden. Zwischen 30 und 40 cm liegt offensichtlich ein zweiter, auch stratigraphisch wieder gut ausgeprägter Hiatus. Der oberste Profilteil (Seggentorf mit Wollgras und Braunmoos) zeigt im großen und ganzen bereits die heutigen Verhältnisse an und umfaßt wahrscheinlich nur die letzten Jahrhunderte (geringe Bewaldung, hoher Anteil der Lärche, starker Weidebetrieb).

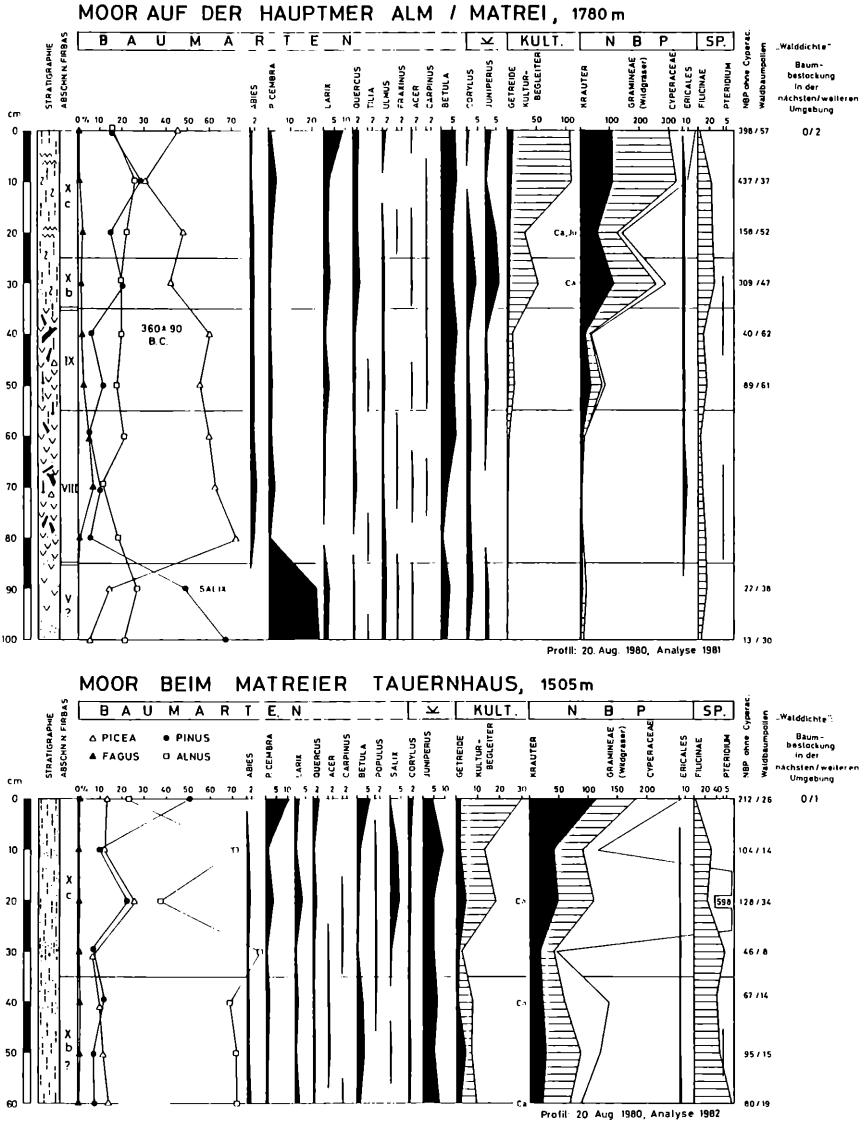


Abb. 9: Pollendiagramme „Moor auf der Hauptmer Alm/Matrei" und „Moor beim Matreier Tauernhaus" (Tauerntal).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Moor beim Matreier Tauernhaus (Abb. 9)

Der relativ breite Talboden unterhalb des Matreier Tauernhauses enthält an mehreren Stellen Flachmoorbildungen, die zum Teil für Weidezwecke trockengelegt werden (1505 m Seehöhe). In der näheren Umgebung Grünerle, Weide, Birke und Wacholder, in den anschließenden Hanglagen Fichte mit höchstens 20 % Lärche, sofern nicht die Grünerle überwiegt.

Die zeitliche Einstufung des Seggentorfprofils bliebe wohl auch trotz Radiokarbondaten problematisch. Obwohl nur geringe Unterschiede zwischen dem unteren und oberen Teil des Profils vorhanden sind, reicht es vielleicht zwei bis drei Jahrhunderte, aber keinesfalls vor die mittelalterliche (?) Rodung zurück; über die natürliche Bewaldung gibt es daher keinen Aufschluß. Für die jüngste Zeit zeichnet sich eine gewisse Erholung des Waldes (Hangbereich) ab. Durch starke Wasserführung des Tauernbaches kam es zweimal (10, 30 cm) zur Anlandung von grusig-sandigem Material. Die gleichzeitigen hohen *Alnus*-Werte können durch verfrachtetes Pollenmaterial der Grünerle der Hanglagen mitbedingt sein; auffallend niedrig liegen in den betreffenden Proben die NBP. Der Rückgang der Farnsporen in den jüngsten Proben ist vielleicht schon eine Folge der Trockenlegung.

4.5. Oberhauser Zirbenwald

Im Oberhauser Zirbenwald, mit 380 ha heute das zweitgrößte geschlossene Zirbenvorkommen von Österreich, wurde mit der Pollenanalyse erst 1983 begonnen. Ausgangspunkt war die Dissertationsarbeit „Waldbauliche Analyse des Oberhauser Zirbenschutzwaldes" (KAMMERLANDER, 1985), bei der die Bestandesentwicklung nicht unberücksichtigt gelassen werden sollte. Auf der anderen Seite waren im Rahmen des MaB-Projektes ohnedies auch Rohhumusanalysen vorgesehen, als Beispiel für die Rekonstruktion der Bestandesgeschichte eines ausgewählten Waldobjektes.

Der Oberhauser Zirbenwald erstreckt sich auf der nordöstlichen Talflanke des hinteren Defereggentales von 1770 m (Schwarza-Fluß) bis auf 2250 m Seehöhe. Unter den Baumarten steht heute die Zirbe bei weitem im Vordergrund, Fichte und Lärche sind nur mit je 2,5 % vetreten. Die Kartierung der räumlichen Verteilung der Entwicklungsphasen (Waldtextur) verweist auf sehr unterschiedliche Flächengrößen der einzelnen Phasen, „bedingt durch die Gelände- bzw. Standortsvielfalt sowie durch Einflüsse wie Nutzung, Waldweide und Brand" (KAMMERLANDER, 1985). Die nur spärlich vertretene Jungwuchsphase besteht fast ausschließlich aus Zirbe, das gleiche gilt auch für die stammzahlreichen, in der Regel kleinflächigen Initialphasen. Optimalphasen finden sich vor allem in den unteren und mittleren Hangpartien. Dagegen sind oberhalb von 2000 m Seehöhe die älteren Entwicklungsphasen (Terminal-,

Zerfallsphase) konzentriert. Die Plenterphase – sie ist mit 20 % am häufigsten vertreten – kommt in allen Höhenlagen vor, ebenso die Verjüngungsphase. Sehr hohe Bestandesalter – über 250 Jahre – sind selten und finden sich fast nur „in den obersten Lagen und auf den bringungstechnisch schwierigen sowie wuchsungünstigen extremen Blockstandorten". Das heutige starke Überwiegen der Altersklassen zwischen 70 und 250 Jahren zeigt an, daß „zwischen 1730 und dem Beginn des 20. Jahrhunderts sehr stark geschlägert worden ist" (KAMMERLANDER, 1985).

Seit alters her und bis in die jüngste Vergangenheit war der Zirbenwald ein Grenzwald. Bis 1500 war die knapp oberhalb von ihm liegende Seebachalm Landesgrenze zwischen Tirol (Taufers) und der Grafschaft Görz (Virgen mit St. Jakob i. Def.), später nur noch Gerichtsgrenze. Taleinwärts wurde schon früh großzügig gerodet, während auf der anderen Seite die Wälder zum Teil bis heute noch erhalten sind. Nach der „Waldberaitung" von 1553 stockte auf der Sonnseite vom „Kaserschlag Oberhaus" talauswärts ein „Schwarzwald", aus dem einige Höfe und Almen zur Bedeckung der „Hausnotdurft" unausgezeigt Holz entnehmen konnten. Auch die Waldberaitung von 1653 enthält Hinweise auf Almbetrieb; außer der „Oberhaus Alpe" am Fuße des Zirbenwaldes wird auch die oberhalb davon gelegene „Panargen-Alpe" erwähnt, die in den Almbeschreibungen von 1764 nicht mehr genannt wird.

Die Waldberaitung von 1754 schätzte den Holzvorrat der Oberhauser Waldungen auf ca. 10.000 fm und für sechzig Jahre später wurde ein doppelt so hoher Wert erwartet. Trotzdem müssen bald darauf, vielleicht im Zusammenhang mit der Verstaatlichung der Grundherrschaft (1783), flächige Nutzungen stattgefunden haben, wie die heutigen Optimalphasen beweisen. Schriftliche Überlieferungen darüber fehlen aber leider ganz. Seit 1848 ist der Wald Eigentum der Gemeinde, seit 1969 der Agrargemeinschaft St. Jakob. Neben der Brennholznutzung haben die Bauern auch das Recht auf Waldweide, doch sind große Teile des Blockwaldes für das Weidevieh unbegehbar. Auch noch im 19. und 20. Jahrhundert wurde das Holz im Frühjahr mit dem Schmelzwasser talauswärts getriftet; die Fahrstraße entlang der Schwarzach entstand zwischen 1949 und 1956.

Die analysierten Rohhumus- und Moorprofile stammen aus 1850 bis 2240 m Seehöhe. Ihre zeitliche Einstufung erfolgte in erster Linie durch Gegenüberstellung mit den Diagrammen „Jagdhausalm" und „Erlsbacher Brücke" Die Jagdhausalm – 5 km taleinwärts – entspricht nach der Höhenlage den oberen/mittleren Hangpartien des Oberhauser Zirbenwaldes. Das Moor bei der Erlsbacher Brücke – rund 5 km talauswärts – liegt 200 bis 300 m tiefer als der untere Hangabschnitt. Von insgesamt 12 analysierten Profilen werden für drei ausgewählte Höhenstufen jeweils nur die zwei wiedergegeben, die offensichtlich zeitlich am weitesten zurückreichen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

4.5.1. Oberer Hangbereich (Abb. 10)

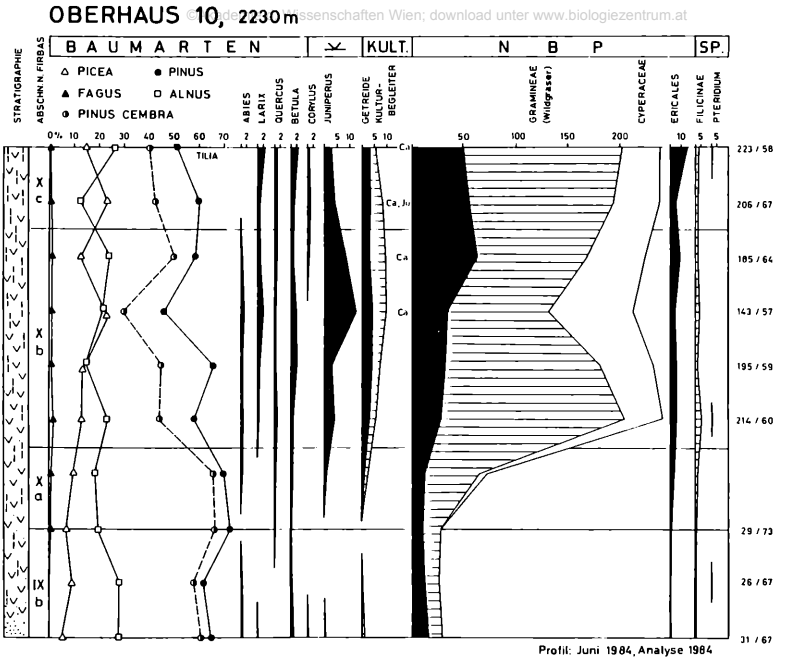
Mit seinen untersten Proben reicht das Profil 10 (2230 m; Torf) als einziges bis vor die Periode der mittelalterlichen Almwirtschaft. Es stammt von einer stark beweideten baumfreien Fläche am Rande eines Moränenwalles (ca. 20 % Gefälle; Bürstling-Typ mit Besenheide). Der geschlossene Waldbestand ist etwa 150 m entfernt (60 Höhenmeter unterhalb). Die drei ältesten, als IXb eingestuften Proben zeigen einen aufgelockerten Zirbenwald an mit Fichte und vereinzelt Lärche. In der Folge (Xa) wird durch den Einfluß des Menschen die nähere Umgebung baumfrei (0/3), hohe Werte der Cyperaceen weisen auf starke örtliche Vernässung hin. Höhepunkte (Xb) und Rückgang der Almwirtschaft (Xc) sind durch die Kulturzeiger (auch durch *Juniperus)* gekennzeichnet. Wie in anderen hochgelegenen Profilen erreicht der Weitflug der Getreidepollen in der baumfreien Umgebung hohe Werte, ein Fund von *Fagopyrum* (12 cm) belegt den mittelalterlichen Anbau von Buchweizen. Der intensive menschliche Einfluß kommt auch durch den Rückgang von *Pinus cembra* zum Ausdruck und durch höheren Lärchenanteil der Zirbenwaldkrone. Bereits gegen Ende von Xb ist eine gewisse Regeneration des Waldes bemerkbar, lokal kommt aber kein Wald mehr auf. Die Pollenwerte der Fichte liegen im stärker regional geprägten mittleren und oberen Teil des Diagrammes im Weitflugbereich (vgl. KRAL, 1971).

Das nur rund 100 m weiter nördlich gelegene Profil 9 (2240 m; Torf) stammt ebenfalls von einer beweideten Fläche (ca. 5 % Gefälle; Bürstling-Seggentyp), der etwa 200 m entfernte geschlossene Wald liegt 70 Höhenmeter tiefer. Auch durch die untersten Proben wird hier kein Wald mehr angezeigt. Der mittlere Teil (Xb) enthält den Höhepunkt der Almwirtschaft; bei noch hohen Werten der Kulturzeiger beginnt auch in diesem Fall bereits die Erholung des Waldes (Zunahme von *Pinus cembra!).* Trotz deutlichen Rückganges der NBP (Xc) wird die engere Umgebung der Profilstelle von der lärchenreichen Zirbenwaldkrone ebenfalls nicht erreicht.

4.5.2. Mittlerer Hangbereich (Abb. 11)

Das Profil 8 (2010 m; Torf) stammt aus einer leichten Muldenlage (Bürstling-Seggentyp mit Rasenschmiele) eines ca. 0,6 überschirmten Zirbenstandes (30 % Neigung). Auf eine kleinflächige Terminalphase folgt taleinwärts eine Verjüngungsphase mit plenterähnlichen Strukturen. Weideeinfluß ist gegeben. Mit den untersten Proben umfaßt das Profil zumindest noch einen Teil der almwirtschaftlichen Periode (Xb). Sie ist durch höchstens nur geringe lokale Baumbestockung und durch die Kulturzeiger (auch *Juniperus)* gekennzeichnet; hohe Cyperaceenwerte zeigen lokale Vernässung an. Die weitere Umgebung ist im Durchschnitt mäßig mit Zirbe (Lärche) bestockt, Grünerle relativ häufig. Gegen Ende von Xb ist wieder Regeneration des Waldes zu konstatieren, örtlich kommt erst etwa in der Mitte von Xc Zirbenwald auf (2/3).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



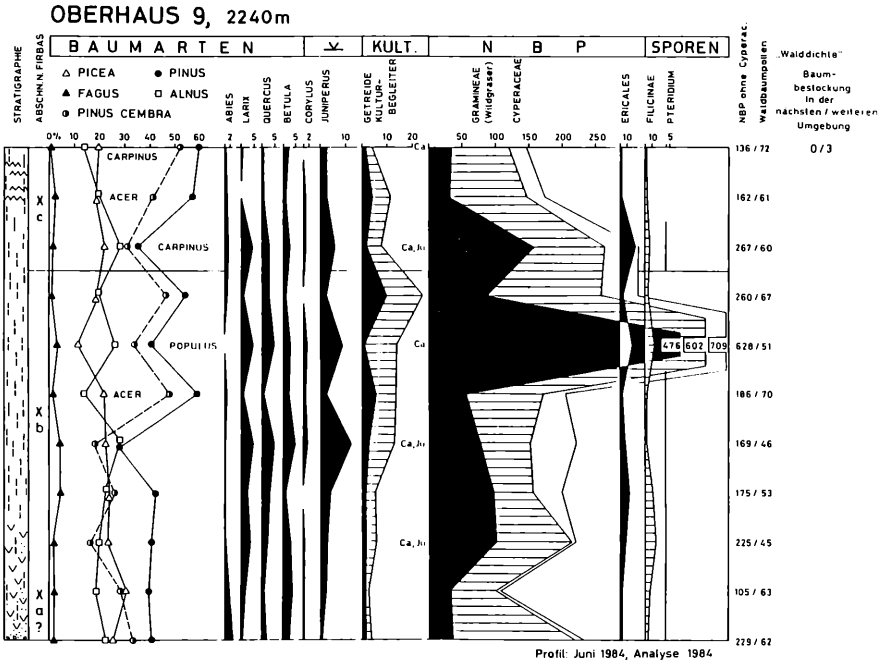
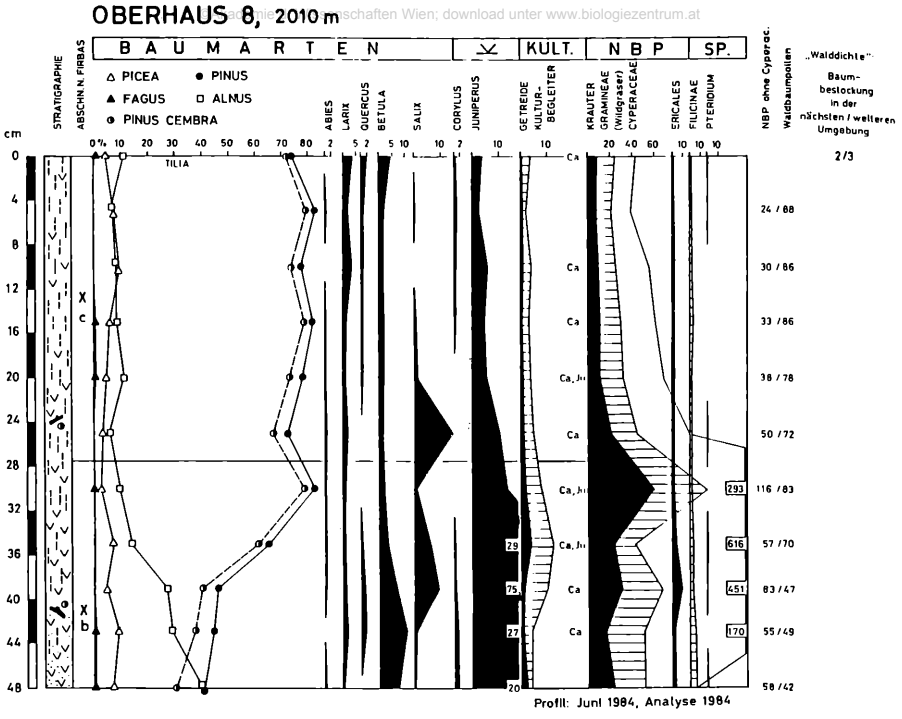


Abb. 10: Pollendiagramme „Oberhauser Zirbenwald, Profile Nr. 10 und 9" (Defereggental).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



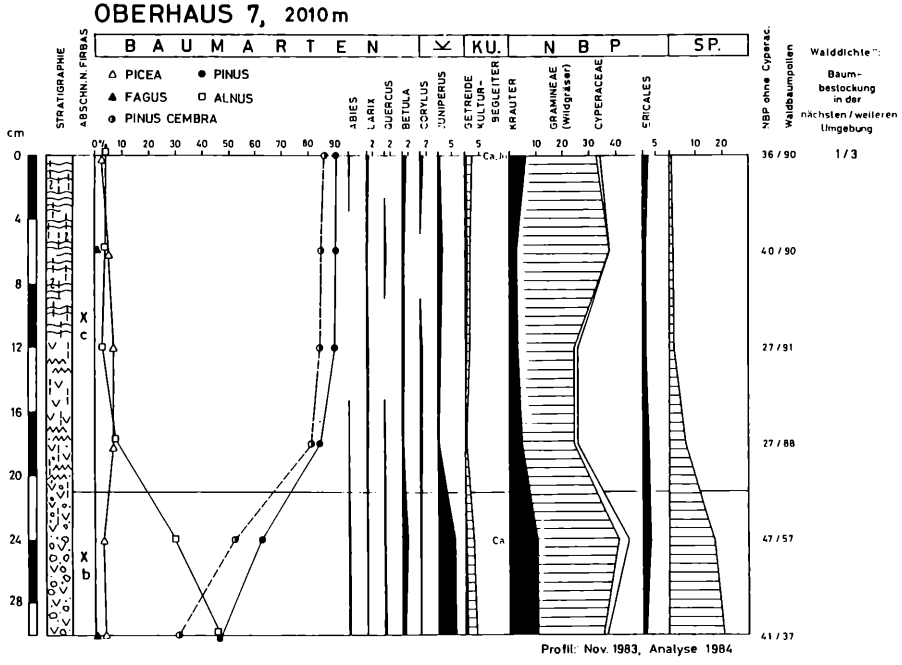


Abb. 11: Pollendiagramme „Oberhauser Zirbenwald, Profile Nr. 8 und 7" (Defereggental).

In der gleichen Hanghöhe (ca. 40 % Gefälle), aber 700 m talauswärts, wurde das Profil 7 (2010 m; Torf) auf einem kleinen Sattel entnommen (Rasenschmiele mit Torfmoos). An eine dicht nebenan befindliche Blöße schließt rundum ein ca. 0,5 überschirmender Zirbenbestand (Verjüngungsphase) an. Das Profil erfaßt zuunterst gerade noch den Ausgang von Xb (Kulturzeiger, *Juniperus);* für die Umgebung wird bereits Waldverdichtung bzw. Zunahme von *Pinus cembra* und Abnahme von *Alnus* angezeigt. Mit Beginn von Xc stockt auch örtlich schon ein Zirbenwald (2/3). Eine lokale Auflockerung in der jüngsten Vergangenheit ist wohl durch Pollenanflug von der nahegelegenen Blöße bedingt (Wildgräser!).

4.5.3. Unterer Hangbereich (Abb. 12)

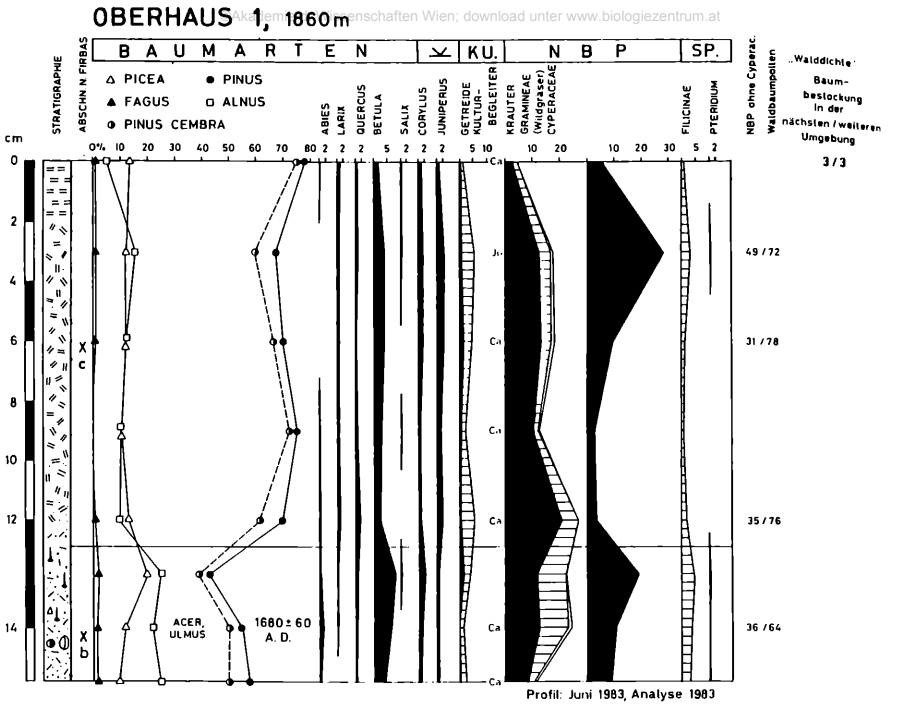
Die beiden Entnahmestellen des Rohhumus-Blockstandortes (Alpenrose, Heidel- und Preiselbeere; ca. 50 % Neigung) liegen in der Nähe der Oberhaus-Alm und sind nur rund 50 m voneinander entfernt; bei beiden Profilen handelt es sich um eine Kluftverfüllung zwischen Felsblöcken. In der Umgebung von Profil 1 (1860 m) setzt sich der 0,4 überschirmende gestufte Bestand, dessen Alter mit 182 Jahren (Bohrspäne) ermittelt wurde, aus 7 Zirbe und 3 Fichte zusammen. Die Entnahmestelle von Profil 1 A (1850 m) befindet sich am Rand einer kleinen Blöße, die von einem ca. 0,7 überschirmenden Bestand aus 8 Zirbe und 2 Fichte (Optimalphasencharakter) umgeben ist.

Die untersten Proben beider Profile sind auf Grund der niedrigen Pollenwerte der Zirbe und des realtiv hohen Anteils von *Alnus* noch Xb zuzurechnen. Auf beiden Standorten zeichnen sich die Auswirkungen eines Eingriffes ab, wenn auch mit sehr verschiedener Deutlichkeit. Bei Profil 1A besteht durch den hohen NBP-Anteil (lokal baumfrei!) in Verbindung mit den hohen Kulturzeiger- (*Juniperus-)*Werten kein Zweifel über einen örtlichen Eingriff. Dagegen zeichnet sich das gleiche Ereignis in Profil 1 (gering bis mäßig bestockt) trotz der relativ geringen Entfernung nur noch in abgeschwächter Form ab. Im Anschluß (Xc) wird auf beiden Standorten Waldregeneration angezeigt (mäßige bis starke Bestockung). Manches spricht dafür, daß das Profil 1A durch längere Zeit nur sehr langsam oder auch überhaupt nicht gewachsen ist (*Juniperus,* NBP, *Filicinae!)* und daher etwa in der Mitte einen Hiatus enthält. In den jüngsten Proben erreicht *Picea* zwischen 5 und 10 %; diese relativ geringen Werte zeigen im Rohhumus (stark lokal geprägte Pollenspektren!) aber schon die lokale Beimischung der Fichte im Zirbenwald an (KRAL, 1971).

4.5.4. Rekonstruktion der Bestandesgeschichte

Im oberen Hangbereich führen die Profile insgesamt weiter in die Vergangenheit zurück (maximal IXb) als am Mittel- und Unterhang (Xb). Die jeweils fehlende ältere Entwicklung kann aber auf Grund der Profile „Jagdhausalm" und „Erlsbacher Brücke" bis zu einem gewissen Grade durch Analogieschlüsse ergänzt werden (Tab. 1).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



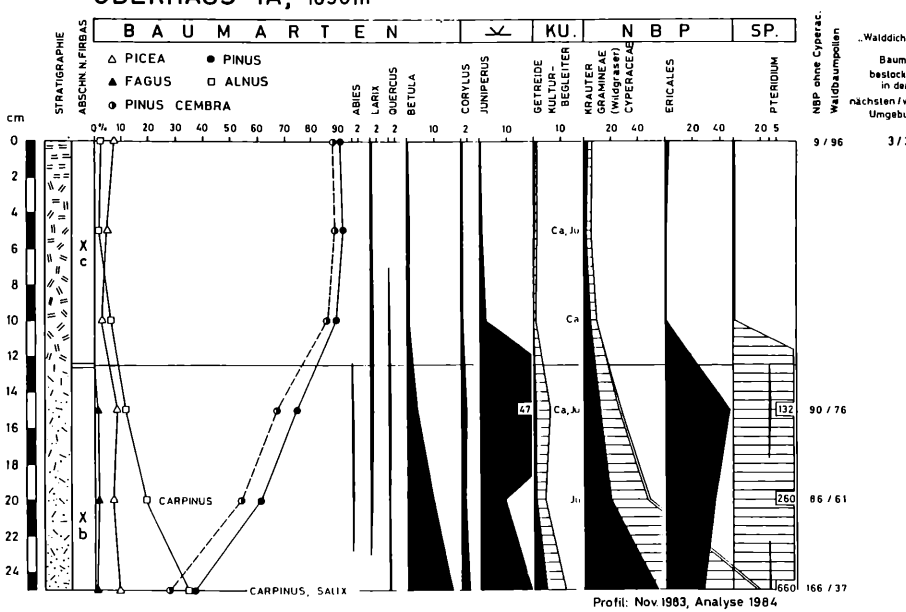


Abb. 12: Pollendiagramme „Oberhauser Zirbenwald, Profile Nr. 1 und 1A" (Defereggental).

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Waldentwicklung auf drei Standorten des oberen Defereggentales

Abschnitt (Zeitraum)	Jagdhausalm 2030 m	Oberhauser Zirbenwald 2200/1800 m	Erlsbacher Brücke 1570 m
X c (ab 1800 n. Chr.)	Auch nach Rückgang des Almbetriebes baumfrei.	Bei geringem menschlichen Einfluß entsteht von den erhalten gebliebenen Waldresten (Rohhumusstandorten) aus der heutige, überwiegend aus Zirbe aufgebaute Bestand.	Bei abnehmendem menschlichen Einfluß schwach aufgelockerter Zirben-Fichtenwald mit Lärche; waldfreier Moorbereich.
X b (1300-1800 n. Chr.)	Nach Weiderodung baumfrei.	Weiderodungen und Waldweide sowie spätere Holznutzungen führen lokal bis zur Baumlosigkeit. Aufgelockerte Waldreste aus Zirbe (zunehmend), Fichte und Lärche.	Nach Weiderodung lokal baumfrei, in der Umgebung aufgelokkerter Fichtenwald mit Lärche und zunehmendem Anteil der Zirbe.
X a (800-1300 n. Chr.) und IX b (200-800 n. Chr.)	Aufgelockerte Waldreste (Zirbe, Fichte, Lärche). Geringer, später wieder zunehmender menschlicher Einfluß.	Obere Hanglagen: aufgelockerter Fichten-Zirbenwald mit Lärche. Untere Hanglagen: aufgelockerter Zirben-Fichtenwald mit reliktischer Tanne. Kein menschlicher Einfluß.	Aufgelockerter Fichtenwald mit Lärche, Zirbe und reliktischer Tanne. Geringer, später zunehmender menschlicher Einfluß.
IX a (600 v.-200 n. Chr.) und VIII (2400-600 v. Chr.)	Aufgelockerter Fichten-Zirbenwald mit Lärche (Tanne). Zeitweise lokaler Weidebetrieb.	Obere Hanglagen: aufgelockerter Fichten-Zirbenwald mit Lärche (Tanne?). Untere Hanglagen: ziemlich geschlossener Zirben-Fichtenwald mit geringer Beimischung von Tanne. Kein menschlicher Einfluß.	Geschlossener Fichtenwald, örtlich etwas Zirbe, Tanne und Lärche beigemischt. Zuletzt in der Umgebung Weidewirtschaft.

Abschnitte VIII und IXa

Die sehr lange Periode (rund 2600 Jahre) umfaßt aus archäologisch-historischer Sicht die Bronze- und Eisenzeit und auch noch die römische Epoche. Nur die Profile „Jagdhausalm" und „Erlsbacher Brücke" geben direkte Hinweise. Auf 2000 m Seehöhe und darüber stockt ein aufgelockerter Fichten-Zirbenwald mit etwas Lärche und Tanne; zweimal ist Alpweiderodung belegt (bronze- und kelten/römerzeitlich). In der tiefen Lage der Erlsbacher Brücke stockt ein Fichtenwald (Zirbe, Lärche und Tanne gering beigemischt); zuletzt in der Umgebung kelten/römerzeitliche Weidewirtschaft. Für den Oberhauser Zirbenwald kann daraus mit hoher Wahrscheinlichkeit für die oberen Hanglagen ein aufgelockerter Fichten-Zirbenwald mit Lärche (Tanne?) abgeleitet werden, für die unteren Hanglagen ein ziemlich geschlossener Zirben-Fichtenwald mit geringem Mischungsanteil der Tanne.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Abschnitte IXb und Xa

Die darauffolgende Periode (rund 1100 Jahre) führt von der ausgehenden Römerzeit über die Völkerwanderungszeit bis in das Hochmittelalter. In den oberen Hanglagen des Oberhauser Zirbenwaldes setzen nunmehr bereits die Profile ein. Sie belegen einen aufgelockerten Fichten-Zirbenwald mit Lärche. Den gleichen Waldaufbau zeigt auch der „Staller Sattel"; auf der Jagdhausalm sind infolge des vorausgegangenen menschlichen Einflusses nur noch Waldreste vorhanden. In den unteren Hanglagen stockt nach wie vor ein Zirben-Fichten-Wald (reliktische Tanne). Praktisch fehlt noch jeder Einfluß des Menschen (Grenzwald!).

Abschnitt Xb

Für den Zeitraum des 14. bis 18. Jahrhunderts liegen bereits aus allen Höhenstufen pollenanalytische Informationen zum Waldaufbau vor. Darüber hinaus können auch die leider nur spärlichen forstgeschichtlichen Angaben ausgewertet werden. Weiderodungen sind danach für die flacheren Teile sowohl des oberen als auch des unteren Hangbereiches anzunehmen, ihr Höhepunkt liegt wohl erst nach dem Jahre 1500 (bis dahin Landesgrenze!) und damit sehr spät im Vergleich zur Jagdhausalm und zur Umgebung der Erlsbacher Brücke. Für den Oberhauser Zirbenwald belegen die Profile im frühen und mittleren Teil von Xb einen aufgelockerten Wald (Fichte, Zirbe), örtlich ist die Bestockung gering oder fehlt auch ganz. Erst mit dem Rückgang der Waldweide verbessert sich die Situation für den Wald, auf der anderen Seite entstehen aber durch Schlägerungen zur Holznutzung neue große Lücken, vor allem im unteren Hangbereich. Diese Schlägerungen fanden zum überwiegenden Teil erst im Anschluß an die Waldberaitung von 1754 statt, und sie zeichnen sich im heutigen Bestand als großflächige Optimalphasen ab, deren Alter zwischen 180 und 200 Jahren liegt. Die datierte Rohhumusprobe des Profils 1 (Schlägerung in der nächsten Umgebung!) verweist zwar an sich auf 1680 ± 60 n. Chr. (VRI-912), die „kalibrierten Zeitintervalle" lauten jedoch 1485 bis 1665 bzw. 1760 bis 1795. Nur das zweite Intervall stimmt mit den forstgeschichtlichen und sonstigen Gegenbenheiten überein und sogar besonders gut. Im übrigen beweist gerade das Profil 1, daß es sich nicht um einen Großkahlschlag gehandelt hat; auch in den unteren Hanglagen blieben Waldreste bestehen.

Abschnitt Xc

Da kein Großkahlschlag stattgefunden hat, blieben die Rohhumusstandorte zu einem großen Teil erhalten, und die wichtigste Voraussetzung für die Verjüngung der Zirbe war damit erfüllt (MAYER, 1977). Aber auch darüber hinaus lagen sehr günstige Verhältnisse vor; infolge nur noch sehr weniger vorhandener Fichten war von dieser Seite her keine Konkurrenz für die Zirbe vorhanden, die Waldweide spielte so gut wie keine Rolle mehr und auch sonst war der menschliche Einfluß sehr gering. Die stehen gebliebenen größeren und kleineren Waldreste lieferten das Saatgut, wobei die schweren Samen der Zirbe wohl in erster Linie durch

Tannenhäher verbreitet wurden. Nach dem Heranwachsen der Verjüngung waren die Lücken gegen Ende des 19. Jahrhunderts zum Großteil schon geschlossen, zu einer nennenswerten Anhebung der Waldgrenze kam es allerdings nicht.

Wie weit entspricht der heutige, aus Zirbe als bei weitem dominierender Baumart aufgebaute Bestand auch der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft? Bei der Beantwortung der Frage ist in Betracht zu ziehen, daß die natürliche Waldgrenze seit ihrem relativ hohen frühmittelalterlichen Stand (Wende IX/X) auch von Natur aus abgesunken und dadurch die Zirbenwaldkrone nach und nach bis in mittlere Hanglagen herabgerückt ist. Dementsprechend ist auch für die tieferen Hanglagen für die Gegenwart ein niedrigerer natürlicher Anteil der Fichte anzusetzen als zur Zeit der ursprünglichen Bewaldung vor Beginn der menschlichen Einflußnahme. Insgesamt war die Fichte durch die Klimaverschlechterung seit der Wende IX/X stärker betroffen als die Zirbe, bei der in der Gegenwart mitunter reliktische Bestockungen oberhalb der Waldgrenze teilweise noch die ehemalige Höhe der Zirbenwaldkrone anzeigen (z. B. Dachsteingebiet, KRAL, 1971). Zumindest in seinem oberen Teil entspricht der Oberhauser Zirbenwald somit weitgehend auch der potentiellen natürlichen Bewaldung.

Zusammenfassend ermöglichen die Pollenanalysen folgende Schlußfolgerungen zur Bestandesgeschichte des Oberhauser Zirbenwaldes:

- Mindestens bis in das Hochmittelalter blieb der im wesentlichen aus Fichte und Zirbe aufgebaute Naturwald vom Menschen unberührt;
- während des 14. bis 18. Jahrhunderts war der anthropogene Einfluß zeitweise sehr stark, zuerst durch lokale Weiderodungen und Waldweide, später durch Schlägerungen zur Holznutzung;
- bei nur geringem menschlichen Einfluß kam es im Anschluß von Waldresten aus auf den erhalten gebliebenen Rohhumusstandorten zur Verjüngung der Zirbe; der heutige Wald kommt zumindest in seinem oberen Teil der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft sehr nahe.

Der Oberhauser Zirbenwald ist trotz seines urwüchsigen Charakters schon seit Jahrhunderten kein unberührter Naturwald mehr; trotzdem steht sein besonderer Wert für Forschung und Naturschutz auf Grund seines weitgehend natürlichen Aufbaues, in Verbindung auch mit seiner beachtlichen Größe, außer Zweifel.

5. Gegenüberstellung der südlichen mit den nördlichen Hohen Tauern

5.1. Abschnitte der postglazialen Waldgeschichte

In der Übersicht (Abb. 13) sind alle Baumarten aufgenommen, die wenigstens zu bestimmten Zeiten mit hohen Mischungsanteilen ± im Vordergrund stehen. Die Entwicklung in der hochmontan-subalpinen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Stufe der nördlichen Hohen Tauern bezieht sich in erster Linie auf das Profil „Wiegenwald I/Stubachtal" (1720 m; KRAL, 1981), für den tiefmontanen Vergleich wurde auf das Moor bei Eben/Pongau (850 m; KRAL, 1979 106) zurückgegriffen.

	WALD-GESCHICHTL. ZEIT-ABSCHNITTE	SÜDLICHE HOHE TAUERN		NÖRDLICHE HOHE TAUERN	
		MONTAN	SUBALPIN	MONTAN	SUBALPIN
2000 n. Chr. – 1000	X Jüngeres Subatlantikum	Fichte, Lärche (Tanne)	Fichte, Zirbe, Lärche	Fichte (Tanne, Lärche)	Fichte (Lärche, Zirbe)
0	IX Älteres Subatlantikum	Fichte, Tanne, Buche (Lärche)	Fichte, Zirbe (Tanne, Lärche)	Fichte, Tanne, Buche (Lärche)	Fichte (Tanne, Lärche, Zirbe)
1000 – 2000 vor Chr. Geb.	VIII Subboreal	Fichte, Tanne, Buche	Fichte, Zirbe (Tanne, Lärche)	Fichte, Tanne (Buche)	Fichte, Tanne (Zirbe, Lärche)
3000 – 4000	VII Jüngeres Atlantikum	Fichte (Tanne, Buche)	Fichte, Zirbe (Lärche)	Fichte (Tanne)	Fichte (Zirbe, Lärche)
5000	VI Älteres Atlantikum	Fichte (Kiefer)	Kiefer, Fichte, Zirbe, Lärche	Fichte (Kiefer)	Fichte (Zirbe, Lärche)
6000	V Boreal	Kiefer, Fichte (Zirbe, Lärche)	Kiefer, Zirbe, Fichte, Lärche	Fichte, Kiefer (Lärche)	Fichte, Zirbe (Lärche)
7000 – 8000	IV Präboreal	Kiefer, Zirbe, Lärche (Fichte)	Kiefer, Zirbe, Lärche	Kiefer, Zirbe, Lärche	Kiefer, Zirbe, Lärche

Abb. 13: Nacheiszeitliche Waldentwicklung in der montanen und subalpinen Stufe der südlichen und nördlichen Hohen Tauern.

Die Gegenüberstellung zeigt insgesamt eine Waldentwicklung nach dem Typus der „ostalpinen inneren Nadelwaldzone" an (KRAL, 1979):

- die Fichte wird nach Unterwanderung der präborealen Kiefernwälder vorherrschende Baumart,
- die Tanne breitet sich im Subboreal und nur vorübergehend stärker aus,
- nach dem Rückgang der Tanne sind die Wälder wieder überwiegend aus Fichte aufgebaut.

Je nach der Region (z. B. südlich und nördlich des Alpenhauptkammes) und nach der Höhenstufe kommt es zu zeitlichen Verschiebungen. Darüber hinaus können graduelle Unterschiede auch einen Hinweis auf das Konkurrenzgleichgewicht zwischen den einzelnen Baumarten geben, das je nach standörtlichen Gegebenheiten variiert.

So beginnt die Einwanderung der Fichte in die Kiefernwälder am tiefmontanen Südrand der Hohen Tauern schon im Präboreal, sonst erst mit Beginn des Boreals. Im Norden wird sie bald vorherrschende Baumart, im Süden – auf den im Durchschnitt trockeneren Standorten – bleibt sie der Kiefer noch lange untergeordnet, besonders in höheren Lagen.

Die Einwanderung der Tanne setzt während des Atlantikums ein, im Süden und Norden ziemlich gleichzeitig. Das in der Regel während des Subboreals erreichte Maximum ist örtlich unterschiedlich hoch. Am Nordrand der Hohen Tauern erreicht *Abies* in der tiefmontanen Stufe mit ca. 20 % die höchsten Werte, im Süden – auf relativ trockenen Standorten – im hochmontan-subalpinen Bereich mit weniger als 5 % die niedrigsten. Der Rückgang der Baumart setzt in den hohen Lagen während des Abschnittes IX ein, tiefmontan ist zur gleichen Zeit teilweise noch Arealausweitung zu verzeichnen.

Zirbe und Lärche sind in der frühen Nacheiszeit verhältnismäßig häufig, später erliegen sie der Konkurrenz der Fichte mehr oder weniger stark, vor allem im Norden. Südlich des Alpenhauptkammes – unter für sie günstigeren standörtlichen Voraussetzungen – behauptet sich die Zirbe in der subalpinen Stufe auch über die Mitte des Postglazials hinweg mit höheren Werten. Das Absinken der Waldgrenze von ihrem subborealen Höchststand führt bei beiden Baumarten zu einer Zunahme ihrer Häufigkeit; bei der Lärche wirkt der Einfluß des Menschen in die gleiche Richtung.

Die Buche schließlich, nur in den tiefen Lagen als Mischbaumart von Bedeutung, trifft im südlichen Randgebiet der Hohen Tauern früher ein (spätestens VI) als in vergleichbaren Lagen nördlich des Alpenhauptkammes (VII). Darüber hinaus besteht auch ein beträchtlicher Zeitunterschied im Hinblick auf den Ausbreitungsbeginn; er ist im Kärntner Mölltal mit 3360 v. Chr. datiert (Mitte VII), während er in den nördlichen Ostalpen in die Abschnitte VIII oder IX fällt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zusammenfassend ist der Entwicklungsunterschied zwischen dem südlichen und dem nördlichen Teil der Hohen Tauern wie folgt zu charakterisieren:

- die Fichte wird im Norden schon während des Boreals vorherrschende Baumart, im Süden erst während des Atlantikums,
- die Tanne, die im Subboreal auch in die subalpine Stufe hinauf vordringt, ist dort im Norden häufiger vertreten als im Süden,
- Zirbe und Lärche behaupten sich umgekehrt im Süden besser als im Norden,
- bei der Buche setzen Einwanderung und Ausbreitung im Süden früher ein als im Norden (nur tiefe Randlagen).

5.2. Natürliche Bewaldung

Als „natürliche Vegetation" wird nachfolgend die „ursprüngliche Vegetation zu Beginn des anthropogenen Einflusses" verstanden, für ihre pollenanalytische Ermittlung wird üblicherweise auf die Wende IX/X (Übergang vom Älteren zum Jüngeren Subatlantikum) zurückgegriffen (FIRBAS, 1949). In eine diesbezügliche Zusammenstellung von Analyseergebnissen (Tab. 2) sind alle Profile aufgenommen, die wenigstens bis nahe an die Wende IX/X zurückreichen. Den Ergebnissen aus dem Bereich der südlichen Hohen Tauern sind entsprechende Daten aus ihrem nördlichen Teil (KRAL, 1979, 1981, 1985a) gegenübergestellt. Bei schon vorangegangener früher Weidewirtschaft (z. B. Jagdhausalm) geben die stärker regional geprägten Pollenspektren die durchschnittlichen Verhältnisse im anthropogen noch unbeeinflußten weiteren Umkreis wieder.

In den südlichen Hohen Tauern sind die größten Pollenwerte der Zirbe in der subalpinen Stufe in Lagen über 2000 m zu verzeichnen. *Pinus cembra* erreicht dort mindestens 10 %, *Picea* nur maximal 30 %. Der aus Zirbe und Fichte aufgebaute oberste Waldgürtel wird gegen die Waldgrenze zu immer zirbenreicher, die Waldkrone wird praktisch allein von Zirbe aufgebaut. Nach dem Befund des am höchsten gelegenen Profils reichte die natürliche Wald- und Baumgrenze im Oberhauser Zirbenwald bis auf rund 2250 m Seehöhe. Neben den vorherrschenden Baumarten waren im obersten Waldgürtel auch die Lärche als Mischbaumart und in sehr geringer Häufigkeit die Tanne vertreten. An die Zirbenwaldstufe schließt nach unten ein sehr breiter Gürtel des subalpinen bzw. montanen Fichtenwaldes an. *Picea* erreicht in den betreffenden Pollenspektren zwischen 40 und 70 %, die relativ niedrigen Werte von *Pinus cembra* zeigen geringe Beimischung der Zirbe an, Lärche und Tanne sind zumindest sporadisch vertreten. In den höheren montanen Lagen fehlt die Zirbe bereits und Tanne ist etwas stärker beigemischt. Tiefmontan (unterhalb 1000/1100 m) tritt die Buche hinzu; in den höheren Lagen gehen ihre geringen Pollenanteile ausschließlich auf Weitflug zurück (KRAL, 1971).

Bei der Gegenüberstellung mit Lokalitäten der nördlichen Hohen Tauern, wo die natürliche Waldgrenze mit maximal 2000 m

Tabelle 2: Ausgewählte Analysenergebnisse (% der BP) zum natürlichen Waldaufbau (Wende IX/X) in den südlichen (S) und nördlichen (N) Hohen Tauern.

Profile	S/N	Seehöhe (m)	Pinus cembra	Larix	Picea	Abies	Fagus	NBP ohne Cyp.
			subalpine Höhenstufe					
Oberhaus 10	S	2230	66		7		1	29
Staller Sattel	S	2050	17	+	31	3	2	31
Jagdhausalm I	S	2035	15	1	32	2	2	34
Jagdhausalm II	S	2035	10	1	33	3	3	76
Moosboden I	S	1800	9	1	51	1	5	23
Moosboden II	S	1750	5	1	44	3	4	18
Bärenlacke	S	1640	2	1	73	3	2	9
Erlsbacher Brücke	S	1570	5	1	62	1	2	19
Zitterauer Moor	N	1920	2	+	22	4	5	28
Unterer Bockhartsee	N	1849	3	+	20	4	2	72
Wiegenwald II	N	1740	2	+	52	3	3	11
Wiegenwald III	N	1735	6	+	37	5	5	15
Wiegenwald I	N	1720	7		37	3	3	12
Kolm-Saigurn I	N	1720	1		58	4	4	17
Kolm-Saigurn II	N	1710	1	+	73	4	4	13
Gast. Naßfeld/Hangmoor	N	1690	2	1	42	3	3	44
Wiegenwald IV	N	1615	4	+	55	4	3	19
Brünnanger-Moos	N	1600	–	1	68	3	1	18
Naßfeld I	N	1580	1	+	41	3	6	13
Naßfeld II	N	1580	+	+	36	6	6	66
			montane Höhenstufe					
Kachlsee	S	1290	1	1	64	5	1	5
Burgstallteich	S	1060	2	1	39	16	20	9
Egartermoor	S	700		2	9	4	19	11
Sagwald-Moos	N	1270		–	62	4	2	10
Eben/Pongau	N	850	–	1	43	21	7	11

wesentlich niedriger liegt (KRAL, 1981), fällt auf, daß dort eine eigene Zirbenwaldstufe fehlt. Im subalpinen Fichtenwald erreicht Picea teilweise ebenfalls bis 70 %, bei stärkerer Auflockerung mit Grünerle nur rund 20 %. Die Lärche ist im nördlichen Teil eher seltener, die Tanne häufiger (bis 6 %) vertreten. An der Wende IX/X war im Süden und Norden noch ein breiter, geschlossener Waldgürtel vorhanden; für die montane Höhenstufe zeigen die relativ niedrigen NBP-Werte durchwegs starke Bestockung an (unter 15 %), für die subalpine Stufe fast ausnahmslos wenigstens mäßige lokale Bestockung (15 bis 35 % NBP; vgl. KRAL, 1981).

5.3. Anthropogene Waldentwicklung; potentielle Bewaldung

Örtliche Eingriffe in den Wald haben in höheren Gebirgslagen schon mindestens von der Bronzezeit an stattgefunden. Pollenanalytische Hinweise auf frühe Almwirtschaft finden sich in den Profilen aus den südlichen wie auch den nördlichen Hohen Tauern. In den meisten Fällen handelt es sich bei den frühen Eingriffen wohl kaum um sehr großflächige Alpweiderodungen, da für die weitere Umgebung der Fortbestand des Waldes angezeigt wird. Im Anschluß an einzelne „Almwirtschaftsperio-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

den" kommt oft lokal wieder Wald auf; Zusammenhänge mit den im Alpenraum seit dem Subboreal festgestellten Perioden vorübergehender Klimaverschlechterung liegen nahe (vgl. KRAL, 1981).

Bis zur Wende IX/X (ca. 800 n. Chr.) mit in der Regel noch natürlicher, vom Menschen nur lokal gestörter Bewaldung ist die Waldentwicklung noch in erster Linie von klimatischen Faktoren gesteuert. In der Folge treten dann immer stärker die Auswirkungen anthropogener Einflüsse in den Vordergrund. Dies gilt schon für den Abschnitt Xa (ca. 800 bis 1300; „mittelalterliches Klimaoptimum"), bis zu dessen Ende bereits starke Eingriffe in den Waldgürtel stattgefunden haben (Zuwanderung deutscher Siedler im 12. und 13. Jahrhundert). Der Höhepunkt der Rodungen fällt in den Abschnitt Xb (ca. 1300 bis 1800). Nach den historischen Quellen erreichte damals die Almwirtschaft ihre größte Bedeutung. Die Rodungen erstreckten sich nicht mehr vorwiegend auf den waldgrenznahen Bereich, auch der Waldgürtel selbst wurde durchbrochen; das meiste Holz ging an die Berg- und Hammerwerke. Der stärkste Waldrückgang wird lokal schon im 15. und 16., regional erst im 17./18. Jahrhundert erreicht, im Anschluß an eine auch als „Kleine Eiszeit" bezeichnete Kaltphase. Eine Erholung des Waldes zeigen in der Regel erst die Pollenspektren des Abschnittes Xc (seit ca. 1800), bedingt durch Verminderung des menschlichen Einflusses (Rückgang der Almwirtschaft), wie auch durch aktive Maßnahmen zum Schutz des Waldes, Vermehrung der Waldfläche durch Aufforstung und Steigerung des Holzvorrates – nach mehreren Jahrhunderten unpfleglicher Waldnutzung. Viele hochgelegene Standorte, die ehemals bewaldet waren, sind in der Gegenwart freilich nach wie vor waldfrei oder nur gering bestockt.

Für den Vergleich zwischen natürlicher und heutiger („aktueller") Baumartenmischung werden die Pollenanteile vor Beginn des stärkeren anthropogenen Einflusses (Wende IX/X; Tab. 2) den entsprechenden Werten der jüngsten Proben (Xc; Tab. 3) gegenübergestellt. Danach hat die Zirbe heute den Schwerpunkt ihres Vorkommens noch eindeutiger in den südlichen Hohen Tauern als ursprünglich, auch tiefsubalpin ist sie als Mischbaumart häufiger. Auch die Lärche ist in der Gegenwart im Süden stärker beigemischt. Die Fichte dominiert nach wie vor auf fast allen Lokalitäten, ihre Werte liegen meistens etwas niedriger als zu Beginn des menschlichen Einflusses. Die geringen Pollenanteile von Tanne und Buche bewegen sich praktisch schon im Weitflugbereich. Von den drei waldbaulich wichtigen Baumarten ist die Lärche als Lichtbaumart anthropogen deutlich gefördert, besonders im Süden bzw. bei höherer Intensität des menschlichen Einflusses. Die Reaktion der Zirbe ist örtlich unterschiedlich, da es sowohl zu einer Zurückdrängung als auch, unter günstigen Voraussetzungen, zu einer Zunahme der Halblichtbaumart kommen kann. Im Falle der Fichte bestätigen die Ergebnisse die verhältnismäßig geringe Reaktion der Halbschattbaumart auf anthropogenen Einfluß bei hohem natürlichen Anteil (KRAL, 1979). Die hohen NBP-Werte verweisen auf die relativ geringe gegenwärtige Bewaldungsdichte. In der subalpinen Stufe ist ein Drittel der Lokalitäten baumfrei (über 75 %

Tabelle 3: Ausgewählte Analysenergebnisse (% der BP) zum heutigen Waldaufbau (Abschnitt Xc) in den südlichen (S) und nördlichen (N) Hohen Tauern.

Profile	S/N	Seehöhe (m)	Pinus cembra	Larix	Picea	Abies	Fagus	NBP ohne Cyp.
		subalpine Höhenstufe						
Oberhaus 10	S	2230	41	2	19	–	+	215
Staller Sattel	S	2050	18	1	16	1		35
Jagdhausalm I	S	2035	13	1	19	1		45
Jagdhausalm II	S	2035	12	2	26	2	+	108
Oberhaus 8	S	2010	74	2	6	2	+	34
Oberhaus 1	S	1860	67	1	10	1	+	28
Moosboden I	S	1800	25	2	26	2	1	34
Hauptmer Alm	S	1780	2	5	41	5	1	331
Moosboden II	S	1750	17	2	31	2	1	37
Bärenlacke	S	1640	4	11	57	1	+	124
Erlsbacher Brücke	S	1570	31	2	30	2	+	73
Matreier Tauernhaus	S	1505	4	2	14	2	1	122
Zitterauer Moor	N	1920	1	+	39	1	1	67
Unterer Bockhartsee	N	1849	2	1	17	1	1	87
Wiegenwald II	N	1740	9	+	46	1	1	25
Wiegenwald III	N	1735	22	+	19	–	–	36
Wiegenwald I	N	1720	12	1	42	1	1	24
Kolm-Saigurn I	N	1720	2	1	56	+	1	45
Kolm-Saigurn II	N	1710	2	1	54	1	+	39
Gast. Naßfeld/Hangmoor	N	1690	2	1	3	2	2	50
Wiegenwald IV	N	1615	4	1	30	+	1	28
Brünnanger-Moos	N	1600	+	1	66	+	+	43
Naßfeld I	N	1580	1	1	22	+	2	90
Naßfeld II	N	1580	3	1	25	1	1	167
		montane Höhenstufe						
Kachlsee	S	1290	2	4	46	5	2	21
Burgstallteich	S	1060	1	2	31	2	1	41
Egartermoor	S	700	+	3	35	2	3	52
Sagwald-Moos	N	1270	+	1	63	1	1	57
Eben/Pongau	N	850	1	1	39	2	1	87

NBP), vor allem im südlichen Teil der Hohen Tauern, und ein weiteres Drittel ist nur gering bestockt (35 bis 75 %); hohe lokale Walddichte ist in keinem Fall mehr gegeben, auch in der montanen Stufe nicht.

Zu den wichtigsten Voraussetzungen für geplante Aufforstungsmaßnahmen im Gebirge gehören die richtige Wahl standörtlich geeigneter Baumarten (und Rassen) wie auch die Abschätzung der potentiellen Waldgrenze als oberer Aufforstungsgrenze. Aus waldgeschichtlicher Sicht ist der Ausgangspunkt dafür die pollenanalytische Rekonstruktion der „natürlichen Bewaldung" (Wende IX/X); sie ist mit der „heutigen potentiellen natürlichen Bewaldung" (im Sinne von TÜXEN, 1956) freilich nicht identisch, weil seither (letzte 1200 Jahre) neben den anthropogenen auch klimabedingte Veränderungen in Rechnung zu stellen sind, zum Beispiel für die Waldgrenze eine Absenkung von rd. 100 m (z. B. KRAL, 1971). Bei den einzelnen Baumarten sind klimatische und anthropogene Komponenten in ihrer Auswirkung oft schwer zu trennen. Unter der Voraussetzung, daß mit dem natürlichen Absinken der Waldgrenze auch eine Absenkung des obersten Waldgürtels Hand in Hand geht, wäre bei Lärche und Zirbe eher mit einer gewissen Zunahme, bei der Fichte mit

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einem Rückgang in den hohen Lagen zu rechnen. Für die Tanne liegt neben der anthropogenen Zurückdrängung auch die Fortsetzung des schon seit dem subborealen Höhepunkt andauernden natürlichen Rückgangs nahe, besonders in der subalpinen Stufe bzw. in den Innenalpen.

Auf diesen Grundlagen aufbauend wird eine „potentielle natürliche Waldhöhenstufengliederung" für drei Regionen der Hohen Tauern skizziert (Abb. 14). Im Vordergrund stehen danach Piceeten mit lokalen Vorkommen der Lärche (Zirbe), zu denen in der montanen Stufe zum Teil fichtenreiche Abieteten hinzutreten; ein hochsubalpiner Zirbenwaldgürtel mit Lärche (Fichte) ist unterschiedlich breit und nur im Süden durchgehend ausgebildet (vgl. Waldgebietsgliederung, MAYER, 1974). In vielen Fällen stimmt die aktuelle Bestockung mit der potentiellen weitgehend überein, in anderen steht die Fichte anthropogen zu stark im Vordergrund, und auch die Lärche weist in der Gegenwart oft im Verhältnis zu hohe Mischungsanteile auf. Auf der anderen Seite sind Zirbe und Tanne anthropogen ± untervertreten. Die aktuelle Waldgrenze erreicht stellenweise noch ihre potentielle Höhe (z. B. Oberhauser Zirbenwald), nicht selten reicht wenigstens die aktuelle Baumgrenze bis an die potentielle Waldgrenze heran. Sehr oft liegt die gegenwärtige Waldgrenze freilich bei weitem tiefer; auch in den Hohen Tauern ist der noch aufzuforstende Hochlagenbereich sehr groß.

6. Zusammenfassung

Nach früherer Bearbeitung der nördlichen Hohen Tauern und besonders des Gasteiner Raumes wurden im Rahmen des Österreichischen MaB-Hochgebirgsprojektes zahlreiche Moor- und Rohhumusprofile aus Oberkärnten und Osttirol pollenanalytisch untersucht. Auch für die südlichen Hohen Tauern wird der postglaziale Entwicklungstypus der „ostalpinen inneren Nadelwaldzone" bestätigt. Darüber hinaus weisen einzelne Teile des Gebirges aber auch Besonderheiten in der Waldentwicklung auf.

Der Einfluß des Menschen ist auf den einzelnen Probeflächen wieder sehr unterschiedlich. Auf der Jagdhausalm im hintersten Defereggental ist durch Radiokarbondaten sowohl bronzezeitliche als auch keltisch-römische Hochweidenutzung belegt. Bis zum Mittelalter sind örtliche Eingriffe schon auf fast allen Probeflächen nachzuweisen. Im Oberhauser Zirbenwald (Defereggental) blieb der aus Fichte und Zirbe aufgebaute Naturwald mindestens bis in das Hochmittelalter vom Menschen unberührt. Anfangs nur durch lokale Alpweiderodung und Waldweide teilweise beeinflußt, waren infolge umfangreicher späterer Schlägerungen bis zum Ende des 18. Jahrhunderts nur noch Waldreste vorhanden. Auf erhaltenen Rohhumusstandorten verjüngte sich die Zirbe, und der heutige Bestand entspricht zumindest in seinem oberen Teil der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft.

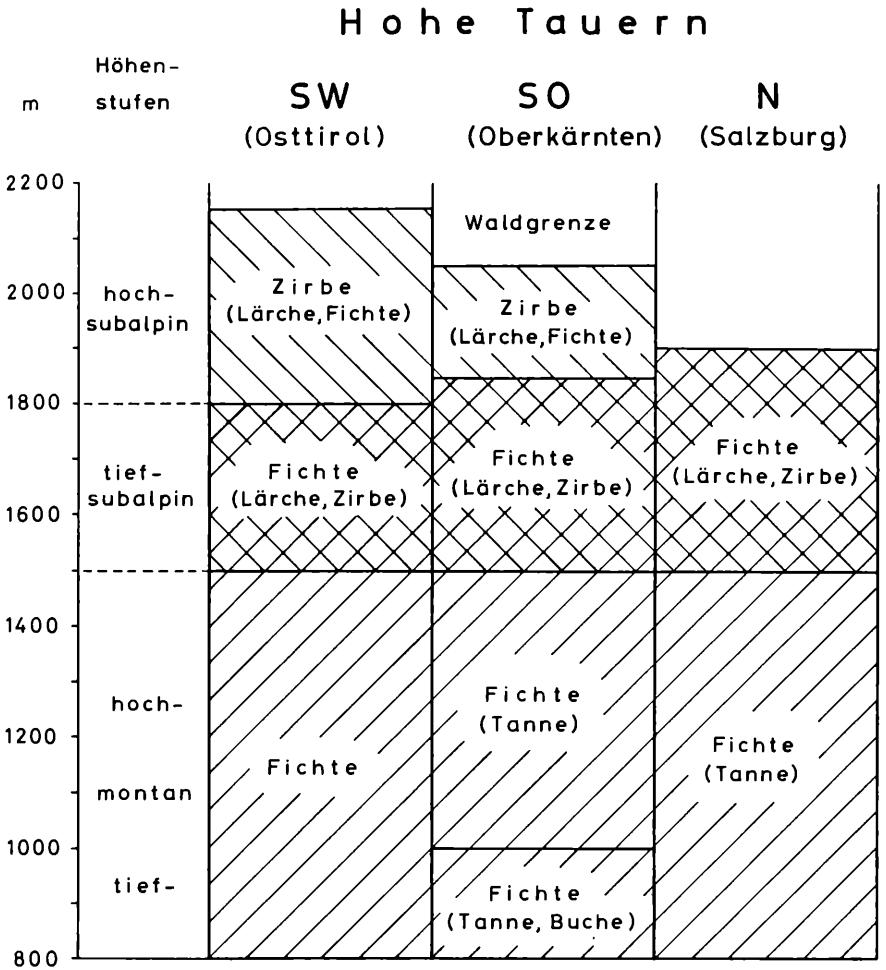


Abb. 14: Potentielle natürliche Waldhöhenstufengliederung in den südwestlichen (SW), südöstlichen (SO) und nördlichen (N) Hohen Tauern.

Als Grundlage für die Planung zukünftiger Aufforstungen auf ehemaligen Kahlschlägen wird für drei verschiedene Regionen der Hohen Tauern die potentielle Waldhöhenstufengliederung skizziert. Tiefsubalpin steht die Fichte stark im Vordergrund, zu der lokal die Lärche (Zirbe) und in der montanen Stufe zum Teil die Tanne (Buche) hinzutritt. Im Süden liegt die natürliche Waldgrenze 200 bis 300 m höher, und der zirbenreiche oberste Waldgürtel ist breiter und durchgehend ausgebildet.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Danksagung

Für den Hinweis auf mehrere der untersuchten Moore danke ich den Leitern der Bezirksforstinspektionen Spittal/Drau und Matrei/Osttirol, Hofrat Dipl.-Ing. G. GRADNITZER und OFR. Dipl.-Ing. H. PHILLIPP, auch für Hilfestellung im Gelände und nähere Angaben zum heutigen Baumartenvorkommen. Die Profile aus dem Maltatal verdanke ich Herrn OFM. Dipl.-Ing. H. BRETSCHNEIDER (Dr. ZUNDELsche Forstverwaltung), auf das Moor bei der Erlsbacher Brücke (Defereggental) machte mich Prof. Dr. H. MAYER aufmerksam, auf das Egartermoor bei Kolbnitz Herr Franz EGARTER (Pusarnitz), der mich, zusammen mit meiner Frau, auch bei der Probengewinnung unterstützte. Die Profile aus dem Oberhauser Zirbenwald hat Dipl.-Ing. H. KAMMERLANDER (Innsbruck) in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Literatur

BEHRE, K.-E. (1981): The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. Pollen et Spores 23, 225–245.

BORTENSCHLAGER, S. & PATZELT, G. (1969): Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2270 m) der Venedigergruppe. Eiszeitalter u. Gegenwart 20, 116–122.

FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. I. Jena.

FRITZ, A. (1964): Pollenanalytische Untersuchung des Bergkiefern-Hochmoores im Autertal, Kärnten. Carinthia II, 74, 40–59.

– (1965): Pollenanalytische Untersuchung zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im oberen Drautal, Kärnten. Carinthia II, 75, 90–115.

– (1967): Pollenanalytische Untersuchung zur Verschiebung der Waldgrenze in den Gurktaler Alpen, Kärnten. Carinthia II, 77, 109–132.

GEYH, M. A. (1971): Die Anwendung der ^{14}C-Methode. Clausthaler Tektonische Hefte 11.

HAFNER, F. (1983): Österreichs Wald in Vergangenheit und Gegenwart. Wien.

HUBER, B. (1962): Kleiner Beitrag zur Geschichte des Maisanbaus in Europa. Veröff. Geobotan. Inst. ETH Zürich 37 (FIRBAS-Festschrift), 120–128.

JOHANN, E. (1968): Geschichte der Waldnutzung in Kärnten unter dem Einfluß der Berg-, Hütten- und Hammerwerke. Archiv f. vaterländ. Geschichte u. Topographie (Klagenfurt), 63.

KAMMERLANDER, H. (1985): Waldbauliche Analyse des Oberhauser Zirbenschutzwaldes. Diss. Univ. f. Bodenkultur Wien 25 (VWGÖ Wien).

KARWIESE, St. (1975): Der Ager Aguntinus. Eine Bezirkskunde des ältesten Osttirol. Lienz.

KLEIN, J., LERMAN, J. C., DAMON, P. E. & RALPH, E. K. (1982): Calibration of radiocarbon dates: Tables based on the consensus data of the Workshop on Calibrating the Radiocarbon Time Scale. Radiocarbon 24/2, 103–150.

KRAL, F. (1971): Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs. Rekonstruktionsversuch der Waldgrenzendynamik. Wien.
– (1975): Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte Osttirols im Raum Lienz-Matrei. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 92, 105–122.
– (1979): Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. Wien.
– (1981): Zur postglazialen Waldentwicklung in den nördlichen Hohen Tauern, mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Einflusses. Pollenanalytische Untersuchungen. Sitz. ber. d. Österr. Akad. d. Wiss., Mathem.-naturw. Kl. I, 190, 193–234.
– (1983): Zur natürlichen Baumartenmischung im Wald- und Mühlviertel mit besonderer Berücksichtigung der Lärche. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 100, 246–267.
– (1985a): Zur natürlichen und anthropogenen Waldentwicklung im Gasteiner Raum. Pollenanalyse und Radiokarbondatierung. Beiträge zu den Wechselbeziehungen zwischen den Hochgebirgsökosystemen und dem Menschen (FRANZ), Veröff. Österr. MaB-Progr. 9, 207–220.
– (1985b): Nacheiszeitlicher Baumartenwandel und frühe Weidewirtschaft auf der Wurzeralm (Warscheneck, Oberösterreich). Jb. Ob. Österr. Musealver. 130, 183–192.
MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes. Stuttgart.
– (1977): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Stuttgart.
MEIRER, K. (1973): Beiträge zur Forstgeschichte Osttirols. Diss. Hochschule f. Bodenkultur Wien.
PATZELT, G. (1973): Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). Z. Geomorph. N. F., Suppl. 16, 25–72.
PITTIONI, R. (1960): Urzeitliche Besiedlung. Karten Nr. V/1–2, Atlas von Österreich. Wien.
– (1980): Geschichte Österreichs I: Urzeit. Wien.
SCHMIDT, H. (1965): Palynologische Untersuchungen an drei Mooren in Kärnten. Diss. Univ. Innsbruck.
SEIWALD, A. (1980): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols IV: Natzer Plateau-Villanderer Alm. Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck 67, 31–72.
STEINER, G. M. (1982): Österreichischer Moorschutzkatalog. Wien.
STRAKA, H. (1975): Pollen- und Sporenkunde. Stuttgart.
TRAUTMANN, W. (1953): Zur Unterscheidung fossiler Spaltöffnungen der mitteleuropäischen Coniferen. Flora (Jena) 140, 523–533.
TÜXEN, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angew. Pflanzensoziol. (Stolzenau/Weser) 13, 4–52.
WAGENITZ, G. (1968): *Xanthium* Linnaeus. Illustrierte Flora von Mitteleuropa (HEGI). Hamburg – Berlin. 2. Aufl. 6/3, 265–277.

Anschrift des Verfassers: tit. ao. Univ.-Prof. Dr. Friedrich KRAL, Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien.